ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MARS 1946.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE CARTAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** donne lecture du décret, en date du 9 mars 1946, publié au *Journal Officiel de la République française*, portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Roger Heim** pour occuper, dans la Section de Botanique, la place vacante par le décès de M. *Alexandre Guilliermond*.

Sur son invitation, M. **Roger Heim** prend place parmi ses Confrères.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la composition chimique des phosphates de calcium naturels*. Note de MM. **Pierre Jolibois** et **Claude Hébert**.

Les phosphates de calcium naturels ont une composition voisine de celle du phosphate tricalcique. La petite quantité de carbonate de calcium ou de fluorure de calcium qu'ils contiennent suffit à leur donner la structure d'une apatite plus ou moins pure. On sait depuis longtemps qu'ils contiennent, quelle que soit leur provenance, outre du fluor et de l'acide carbonique, du silicium, du magnésium, du fer et de l'aluminium. Nous avons voulu voir s'ils ont dans leur constitution d'autres éléments et nous avons appliqué à cette détermination la méthode spectrographique par l'arc au charbon telle qu'elle a été mise au point par G. Urbain et J. Bardet (¹).

Afin de rendre la méthode plus sensible, nous avons procédé à la concentration de certains éléments dans des fractions de petit volume qui ont été vaporisées dans l'arc.

Nous décrirons brièvement le procédé de fractionnement, dont le but est d'éliminer le phosphore et le calcium qui sont les constituants abondants du mélange à analyser, en employant peu de réactifs dont la pureté a été vérifiée spectroscopiquement au moyen d'opérations à blanc.

1° Le phosphate naturel est dissous dans l'acide chlorhydrique. Le résidu insoluble est recueilli et traité par l'acide fluorhydrique pour éliminer la silice. Cette fraction analysée contient du silicium, du titane, du zirconium, du vanadium et du chrome.

(¹) *Atlas des spectres d'arc*, Paris, 1926.

2° La solution dans l'acide chlorhydrique est traitée par l'hydrogène sulfuré après y avoir ajouté une petite quantité de bichlorure de mercure donnant lieu à un précipité de sulfure mercurique qui joue le rôle d'entraîneur.

Cette fraction contient l'argent, le palladium, le platine, l'or, le plomb, le cadmium, le cuivre, l'arsenic, l'étain, l'antimoine, le molybdène, le chrome, le manganèse, le gallium, le tantale.

3° On sépare ensuite la plus grande partie du calcium par addition d'acide sulfurique. On obtient ainsi un précipité de sulfate de calcium qui contient du strontium, du titane, du baryum, du zirconium, du molybdène.

4° La solution obtenue est traitée par le citrate d'ammonium en milieu ammoniacal. Le phosphate ammoniaco-magnésien précipite et entraîne du manganèse.

5° On ajoute à la solution du sulfure d'ammonium. Le précipité contient du fer, du zinc, du manganèse.

6° A ce moment on élimine le phosphore par addition de chlorure de magnésium qui précipite le phosphate ammoniaco-magnésien, qui ne contient aucun élément entraîné.

7° On détruit dans la solution le citrate d'ammonium par l'eau régale et par calcination. Le résidu obtenu contient du glucinium, du vanadium et du tungstène.

La recherche des métaux alcalins s'effectue à partir d'une prise de 1^{g} en partant du minerai brut traité par la méthode de Lawrence Smith, complétée par la spectrographie d'une flamme oxyacétylénique où l'on introduit les chlorures alcalins. La technique du procédé a été publiée antérieurement par R. Bossuet ([2]).

On trouve ainsi d'une manière constante le sodium, le potassium et le lithium, exceptionnellement le rubidium.

Le tableau ci-contre résume nos expériences avec l'indication de la provenance des minerais. Cette liste n'est pas limitative. Elle correspond à la sensibilité de la méthode décrite, mise en œuvre avec une prise d'essai de 10^{g} de matière.

W. L. Hill, H. L. Marshall et K. D. Jacob ([3]), par des analyses purement chimiques portant surtout sur des minerais américains, ont signalé seulement la présence du titane, du chrome, du cuivre, du zinc, de l'arsenic, du manganèse, du sodium et du potassium. A. Gramont ([4]), qui a fait des analyses chimiques avec un kilogramme de phosphate, a décelé et dosé le chrome, le zinc, le nickel et le cuivre. Nous avons retrouvé ces éléments dans la plupart des phosphates, sauf le nickel, ce qui peut s'expliquer par la valeur peu élevée

---

([2]) *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, 51, 1932, p. 681.

([3]) *Ind. Eng. Chem.*, 24, 1932, p. 1306.

([4]) *Bull. Soc. Chim.* 35, 1924, pp. 405 et 1351.

	Ag.	Pb.	Cu.	Cd.	As.	Sn.	Sb.	Au.	Pt.	Pd.	Mo.	V.	Tl.	W.	Ga.	Fe.	Cr.	Al.	Ti.	Mn.	Zn.	Zr.	Gl.	Ta.	Mg.	Ba.	Sr.	Si.	Na.	K.	Li.	Rb.
Maroc I.........	+	+	+	+	+	+	+	+			+					+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	
Maroc II........	+	+	+	+	+	+	+				+					+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	
Gafsa I..........	+	+	+	+	+	+			+			+			+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	
Gafsa II.........	+	+	+	+	+	+	+				+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	
Constantine I....	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	
Constantine II...	+	+	+	+	+	+	+	+				+		+		+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	
Kosseïr (Égypte).	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+					+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	
Kola (Russie)....		+	+	+	+	+	+				+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	
Floride..........	+	+	+	+	+	+	+				+					+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	
Tennessee.......	+	+	+	+	+	+	+									+	+	+	+	+	+	+	+		+			+	+	+	+	+
Caroline.........		+	+	+	+	+	+				+	+				+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	
Océanie.........		+	+	+	+	+	+									+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	
Lorraine.........	+	+	+	+	+	+	+									+	+	+	+	+		+	+		+			+	+	+	+	+
Nassau..........	+	+	+	+	+	+	+						+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+			+	+	+	+	+
Nurlu (Somme)..	+	+	+	+	+	+					+				+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	
Cuesmes (Belgique)		+	+	+												+	+	+	+	+		+	+		+		+	+	+	+	+	
Apatite cristall...		+	+	+	+	+	+									+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	
Os plat..........	+	+	+			+					+					+	+	+	+	+	+		+		+			+	+	+	+	
Os long.........	+	+	+		+	+	+				+					+	+	+	+	+	+				+			+	+	+	+	

de nos prises et la sensibilité assez faible de ce métal pour l'analyse spectrographique.

La lecture du tableau appelle les observations suivantes :

Les phosphates naturels, quelle que soit leur origine, ont une composition qualitative voisine. Quelques éléments, comme l'or, le platine, le palladium, le vanadium, le thallium, le tungstène, le gallium, le tantale, le baryum, sont accidentellement présents. D'autres, comme l'argent, le molybdène, le zinc, le zirconium, l'antimoine, le strontium, sont rarements absents. Ceux de la Belgique et du Nord de la France n'ont pas les mêmes éléments que les autres.

Enfin nous avons trouvé dans des os de bœuf des éléments analogues à ceux que l'on trouve constamment dans les phosphates naturels : l'argent, le plomb, le cuivre, l'arsenic, l'étain, l'antimoine, le molybdène, le fer, le chrome, l'aluminium, le titane, le manganèse, le zinc, le glucinium, le magnésium, le silicium, le sodium, le potassium et le lithium.

Ces phosphates sont utilisés industriellement comme matière première d'engrais minéraux. Il peut être utile de savoir qu'ils apportent aux plantes un certain nombre d'oligoéléments qui peut-être font défaut au sol et dont l'importance biologique a été mise en évidence par de nombreux savants, notamment par M. Gabriel Bertrand et ses élèves.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Le rubidium chez les Cryptogames.* Note ([1]) de MM. **Gabriel Bertrand** et **Didier Bertrand**.

Nous avons communiqué le mois dernier à l'Académie les résultats des nouvelles déterminations quantitatives de rubidium que nous avons faites chez les plantes phanérogames ([2]). Nous apportons aujourd'hui ceux que nous avons obtenus en étendant cette étude aux plantes cryptogames.

Jusqu'à présent nous n'avions examiné qu'une Fougère, 2 Algues marines et 8 Champignons. D'après ce petit nombre d'espèces, la teneur moyenne en rubidium des Cryptogames avait paru supérieure à celle des Phanérogames. En vue d'élucider ce qu'il pouvait y avoir de réel dans cette indication, nous avons opéré depuis sur 79 autres espèces, dont 3 Algues marines et 1 d'eau douce, 60 Champignons basidiomycètes et ascomycètes, 3 Lichens, 2 Mousses, 7 Fougères, 1 Lycopode et 1 Prêle, toutes espèces récoltées dans les habitats les plus divers.

L'examen des nouvelles données analytiques ([3]) montre tout d'abord que le rubidium a pu être reconnu et dosé dans tous les cas; ensuite il révèle, en y regardant d'un peu plus près, que la répartition quantitative de ce métal, très

([1]) Séance du 4 mars 1946.

([2]) *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 423.

([3]) On trouvera la désignation complète des espèces, les chiffres d'analyse et d'autres détails, dans le Mémoire qui paraîtra ultérieurement.

variable avec les espèces, présente une dépendance marquée avec certains groupes définis par la Systématique.

La constatation de la présence du rubidium sans aucune exception dans les 79 espèces de Cryptogames que nous envisageons aujourd'hui, s'ajoutant à celles que nous avons faites antérieurement sur 11 Cryptogames et sur 105 Phanérogames ([4]), soit au total sur environ 200 espèces végétales, apporte un argument définitif en faveur de l'existence aussi générale du rubidium que de celle du potassium et du sodium dans l'organisme des représentants du monde végétal.

Le mode de répartition quantitative du rubidium parmi les espèces mérite aussi de retenir l'attention. Les nouvelles données que nous apportons confirment largement, en effet, la notion seulement entrevue et rappelée au commencement de cette Note, relative à la différence remarquable de teneur en rubidium des Phanérogames et des Cryptogames. Tandis qu'il n'a été trouvé chez les premières que de 1 à 98^{mg} de rubidium par kilogramme de matière sèche, il en a été rencontré de $2^{mg},4$ (dans le Lichen des Rennes) à 1510^{mg} (dans le Cortinaire violet), soit en moyenne 20^{mg} par kilogramme de matière sèche chez les Phanérogames et 120^{mg} chez les Cryptogames.

Parmi ces derniers, ce sont les Champignons qui manifestent au plus haut point la propriété d'emmagasiner le rubidium. Leur teneur moyenne s'élève à 150 mg/kg sec, tandis que celle des autres plantes cryptogames est d'environ 30. Et si l'on pousse plus loin encore l'examen des résultats analytiques, on est frappé par le degré d'accumulation vraiment surprenant atteint, chez les Basidiomycètes, par des espèces appartenant au genre *Cortinarius* et *Tricholoma*.

Nous avons trouvé dans les 3 Cortinaires et les 7 Tricholomes que nous avons analysés :

	mg		mg
Cortinarius Berkeleyi	491	*Tricholoma nudum*	18,2
» *largus*	219	» *portentosum* ..	834
» *violaceus*	1510	» *rutilans*	90
Tricholoma columbetta	1151	» *saponaceum* ...	317
» *glaucocanum* ..	557	» *sulfureum*	302

Le chiffre trouvé pour *Tricholoma nudum* est très inférieur à ceux des autres espèces du même genre, mais il faut retenir que le botaniste Maire a reconnu à ce Champignon des caractères qui le rangeraient plutôt dans le genre *Rhodopaxillus*.

La disproportion de teneur en rubidium entre les Cryptogames et les Phanérogames présente un réel intérêt au point de vue de la Biochimie comparée : les premiers de ces végétaux, d'apparition plus ancienne à la surface du Globe, ne seraient pas seulement d'une organisation moins parfaite,

([4]) *Comptes rendus*, **219**, 1944, p. 325 et *Erratum*, *ibid.*, p. 632; *loc. cit.* en ([1]).

ils auraient aussi une autre composition chimique (du moins quantitative) en rapport avec un comportement physiologique et des besoins alimentaires différents.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la structure de l'eutectique des fontes grises.* Note (1) de MM. **Albert Portevin** et **Henri Laplanche.**

On sait que les fontes industrielles comportent deux grandes catégories suivant que la solidification s'opère dans le système stable ou métastable : 1° les fontes grises, donnant du graphite à la solidification sans surfusion sensible; 2° les fontes blanches, donnant du carbure de fer à la solidification avec surfusion importante. Intermédiairement la solidification peut être graphitique avec surfusion moyenne et l'on obtient alors finalement un mélange eutectique de graphite fin quasi punctiforme et de ferrite; ceci s'observe dans la zone de passage entre fonte grise et fonte blanche des pièces présentant un gradient de vitesse de solidification ou de facteurs trempants, comme cela a lieu, par exemple, dans les éprouvettes de trempabilité.

Laissant de côté ces dernières structures, sur lesquelles nous avions attiré l'attention antérieurement (2), nous n'envisageons ici que l'eutectique graphitique des fontes grises. Celui-ci se présente fréquemment sous l'aspect d'amas rayonnés, de formations divergentes auxquelles on a donné des noms variés, de graphite en rosette, en tourbillon, étoilé etc.; parfois le centre de ces formations se rattache aux structures à graphite très fin dont nous venons de parler.

L'un de nous, dans son enseignement (3), a rattaché ces formes au type dit à colonies eutectiques ou madréporique de sa classification des structures eutectiques (4). Dans ce type l'eutectique est formé de groupements à éléments divergents à partir d'une zone centrale, se renflant souvent aux extrémités et formant les individus d'un ensemble cellulaire, caractères qui se retrouvent dans les fontes grises où ce réseau cellulaire eutectique apparaît à faible grossissement ou même à l'œil nu, particulièrement net avec des attaques soit acides (acide picrique) accentuées, soit par oxydation à chaud, soit aux réactifs cuivriques.

Pour suivre la formation et le développement de ces cellules à structure rayonnante, nous avons procédé de la manière suivante :

---

(1) Séance du 18 février 1946.

(2) A. Portevin, *Comptes rendus du Congrès International de Fonderie de Liège*, juin 1931, p. 30.

(3) Voir A. Portevin, *Annexes au Cours de Métallographie de l'École Supérieure de Fonderie*, p. 345 de l'édition de 1942.

(4) A. Portevin, *Journ. Inst. Metals*, 99, 1923, p. 239 (voir notamment fig. 13 et 17).

Les échantillons de fontes hypoeutectiques en cours de solidification lente et graphitique sont, à des températures bien déterminées, immergés dans l'eau froide, de sorte que le liquide résiduel se solidifie dans le système métastable en fonte blanche trempée formant fond, sur lequel se détachent nettement les dendrites de solidification primaire, et les sphérolithes eutectiques à graphite divergeant (*fig.* 1 et 2). Si le refroidissement est

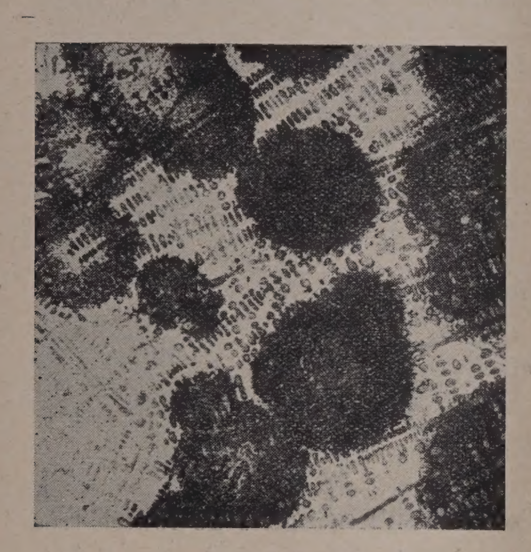


Fig. 1.



Fig. 2.

lent les sphérolithes se limitent mutuellement, donnant un réseau cellulaire bien visible (*fig.* 3).

Il s'agit donc bien de formations eutectiques du type dénommé *cellulaire* ou *madréporique*, et l'on en retrouve les caractères de divergence des éléments graphitiques (*fig.* 2), de renflement aux confins des cellules ou mailles du réseau (*fig.* 4). Il est d'ailleurs à remarquer que, pour les fontes industrielles, cette solidification eutectique n'est pas isotherme, car il ne s'agit pas d'un alliage binaire Fe-C, mais du système Fe-C-Si-P, la proportion de silicium des fontes grises et de phosphore des fontes phosphoreuses étant du même ordre de grandeur que celle du carbone.

Ce sont des eutectiques binaires d'un système au moins ternaire, et il y a accroissement de concentration aux confins des cellules, c'est-à-dire suivant les mailles du réseau cellulaire, avec enrichissement, particulièrement en phosphore, ce qui explique l'action des réactifs, notamment cuivriques, et allant jusqu'à la séparation d'eutectique ternaire qui se distribue en amas discontinus suivant le réseau intercellulaire et aussi, dans certains cas, la présence de perlite suivant les mailles du réseau (*fig.* 3), celle-ci s'explique par l'effet de retour au système métastable résultant de

l'enrichissement en P et S; le réseau d'eutectique phosphoreux (stéadite) dur est mis à profit pour les fontes grises travaillant au frottement (chemises de cylindres et segments de piston de moteur).

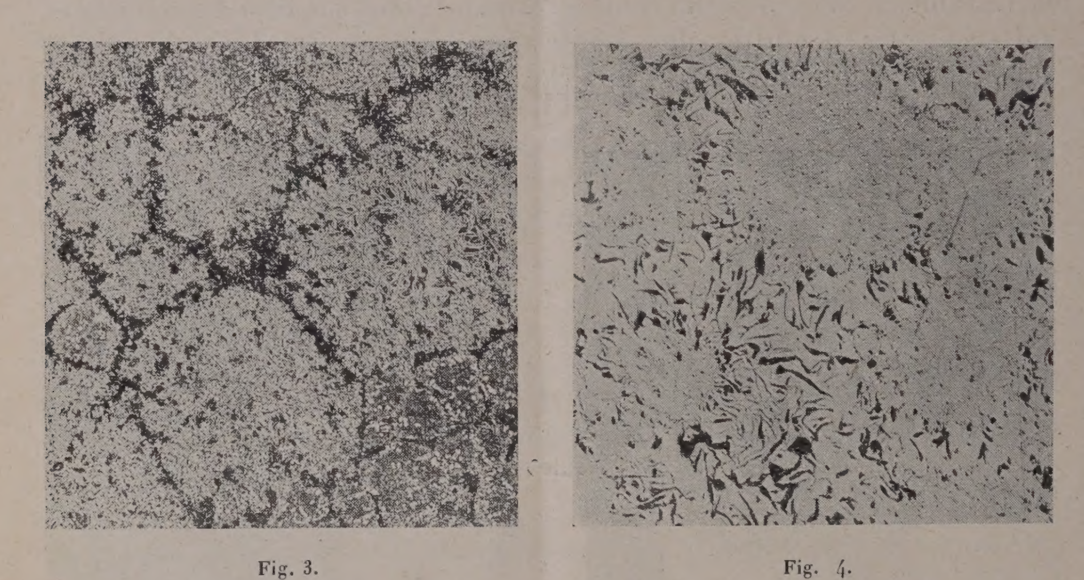


Fig. 3. Fig. 4.

Mentionnons en outre que, par fusion dans l'hydrogène de fontes très pures, ces formations sphérolitiques prennent des dimensions considérables atteignant presque le centimètre.

Ainsi se trouvent précisées et rattachées aux types généraux les particularités structurales des eutectiques de graphite des fontes grises; cela permet aussi de mieux comprendre le rôle des genres naturels et artificiels sur la structure graphitique.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Gustave Moussu*, décédé.

Le nombre des votants étant 46, le scrutin donne les résultats suivants :

	Nombre de suffrages		
	1er tour.	2e tour.	3e tour.
M. Albert Demolon............	16	21	27
M. André Mayer...............	17	16	15
M. Émile Brumpt..............	13	9	4

M. **Albert Demolon**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation du Gouvernement provisoire de la République.

PRÉSENTATIONS.

Dans la formation d'une liste de candidats à la Chaire de Physique atomique et moléculaire vacante au Collège de France, pour la première ligne, M. *Francis Perrin* obtient 43 suffrages; il y a 1 bulletin blanc.

Pour la seconde ligne, Mlle **Yvette Cauchois** obtient 29 suffrages; il y a 1 bulletin nul.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Éducation Nationale comprendra :

En première ligne .... M. **Francis Perrin**.
En seconde ligne .... Mlle **Yvette Cauchois**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° A. Gloden. *Table des solutions de la congruence* $X^4 + 1 \equiv 0 \pmod{p}$ *pour* $2.10^5 < q < 3.10^5$.

2° Renzo Pucci. *Antagonismo cancro-sarcoma* (*Serie liotrope di Hofmeister e teoria, terapia e diagnosi di neoplasmi. Terapia di piorrea alveolare*). — *Tentativi di determinare il peso molecolare dei cromosomi.*

3° *Powder Metallurgy Bulletin*, Volume I, January 1946.

4° *L'Agronomie tropicale*, nos 1-2, janvier-février 1946.

M. **Donatien Cot** prie l'Académie de bien vouloir le compter parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par le décès de M. *Robert Bourgeois*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions indéfiniment dérivables.* Note (1) de M. **Szolem Mandelbrojt**, présentée par M. Paul Montel.

1. Théorème. — *Soit $f(x)$ une fonction bornée et indéfiniment dérivable dans l'intervalle $[0, \infty)$, et appartenant, dans cet intervalle, à la classe*

$$C\{M_n\}\ [\,|f^{(n)}(x)| < k^n M_n,\ k = \text{const.},\ n \geq 1,\ x \in [0, \infty)\,].$$

Soit $\{p_n\}$ une suite croissante d'entiers avec $p_1 = 0$ et telle que $\underline{\lim}(i/p_i) = D > 1/2$. Supposons que $f^{(p_n)}(0) = 0$ $(n \geq 1)$.

(1) Séance du 4 février 1946.

Posons $\varphi(t) = \underset{n \geq 1}{\underline{\text{borne}}} M_n e^{-nt}$, *et soit* $E(u)$ *la fonction de croissance* ([2]) *de la suite d'entiers positifs non contenus dans* $\{p_n\}$.

La fonction $f(x)$ *est identiquement nulle si l'une des conditions suivantes* [*condition* (A) *ou condition* (B)] *est satisfaite :*

(A). *Il existe une constante* $k > 1/(2\underset{\cdot}{D} - 1)$ *telle que*

$$(a) \qquad \int_0^\infty \log\varphi(t)\, e^{-kt}\, dt = -\infty.$$

(B). *L'égalité* (*a*) *est satisfaite avec* $k = 1/(2\underset{\cdot}{D} - 1)$, *et il existe une fonction positive décroissante* $u(t)$ *telle que*

$$\int_0^\infty u(t)\, dt < \infty, \qquad \varphi(t) = O[E(u(t))]^{-1} \quad (t \to \infty).$$

Ce théorème est bien plus général que le théorème sur les fonctions indéfiniment dérivables que nous avons établi il y a quelques années ([3]). C'est la condition (B) qui est beaucoup moins restrictive que la condition correspondante dans le Mémoire cité. On peut de plus remplacer, dans notre énoncé, la quantité $\underset{\cdot}{D}$ par une quantité qui ne lui est jamais supérieure, mais qui peut lui être inférieure.

2. On peut donner aux conditions (A) et (B) une forme indiquant plus directement le caractère des suites $\{M_n\}$ et $\{p_n\}$.

Si $\underline{\lim}\, M_n^{1/n} < \infty$, les conditions (A) et (B) sont satisfaites automatiquement, car alors $\varphi(t) = 0$ pour t suffisamment grand. Nous supposerons, par conséquent, dans tout ce qui suit que $\lim M_n^{1/n} = \infty$. Soit $y = \Pi(x)$ l'équation de la base convexe de l'ensemble des points $\{P_n\}$ de coordonnées $(n, \log M_n)$. Cette courbe est la plus haute courbe convexe au-dessus de laquelle sont situés les points $\{P_n\}$ (le polygone de Newton). On posera $M_n^c = e^{\Pi(n)}$ $(n \geq 1)$.

La condition (*a*) *est équivalente à la condition suivante :*

$$(b) \qquad \sum \left(\frac{M_n^c}{M_{n+1}^c}\right)^k = \infty.$$

Nous allons maintenant interpréter la condition (B). Soit $\{\overline{q}_n\}$ la suite supérieure de la suite d'entiers positifs $\{q_n\}$ ([4]), non contenus dans $\{P_n\}$. Si la suite $\{\overline{q}_n\}$ est vide, la condition (B) est réduite à la condition (*b*)

([2]) Pour la définition de la fonction de croissance d'une suite, voir notre Note, *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 471.

([3]) *Transactions of the American Math. Society*, 55, 1944, p. 96. Nous ne donnons pas ici à la fonction φ exactement la même signification que dans le Mémoire cité.

([4]) Pour la définition de la suite supérieure d'une suite donnée, voir la Note aux *Comptes rendus* citée plus haut.

avec $k = 1/(2D - 1)$. Si la suite $\{\bar{q}_n\}$ n'est pas vide, la condition (B) est satisfaite si (b) a lieu avec $k = 1/(2D - 1)$ et si l'une des conditions suivantes a lieu :

α. *Il existe une fonction positive décroissante* $A(y)$ *telle que*

$$\int_1^{\infty} A[\Pi(x)]\, d\left(\frac{\Pi(x)}{n}\right) < \infty,$$

et telle que pour tout ensemble de n *entiers positifs distincts :* $m_1, \ldots, m_n$, *tels que* $\bar{q}_{m_1}, \ldots, \bar{q}_{m_n}$ *existent, on a*

$$\left(\frac{m_1}{\bar{q}_{m_1}}, \ldots, \frac{m_n}{\bar{q}_{m_n}}\right)^{\frac{1}{n}} \leq A(n).$$

β. *Il existe une fonction positive décroissante* $B(x)$ *telle que*

$$\int_1^{\infty} B(x)\, dx < \infty,$$

et telle que

$$\left(\frac{m_1}{\bar{q}_{m_1}}, \ldots, \frac{m_n}{\bar{q}_{m_n}}\right)^{\frac{1}{n}} \leq B\left(\frac{\log M_n^c}{n}\right).$$

Si l'on suppose que

(c) $$\overline{\lim} \frac{\log M_n^c}{n \log n} < \infty,$$

la condition β *est satisfaite s'il existe une suite positive, décroissante* $\{L_n\}$ *telle que*

$$\frac{n}{q_n} \leq L_n, \qquad \sum \frac{L_n}{n} < \infty.$$

Remarquons que notre théorème contient le théorème bien connu de MM. Denjoy-Carleman sur la quasi-analyticité. Ce dernier correspond au cas où $p_n = n - 1$ $(n \geq 1)$ $(D = 1)$. Mais, même si l'on suppose seulement que la condition de quasi-analyticité est satisfaite, c'est-à-dire si

(d) $$\int_0^{\infty} \log \varphi(t) e^{-t}\, dt = -\infty$$

(c'est la condition de M. Ostrowski, écrite avec d'autres notations; elle est équivalente à la condition de M. Carleman), on n'a pas besoin de supposer que *toutes* les dérivées de $f(x)$ sont nulles à l'origine pour conclure que $f(x)$ est identiquement nulle. Si, par exemple, (d) et (c) ont lieu, si les q_n pour lesquels on ne suppose pas que $f^{(q_n)}(0) = 0$ sont tels que $n/q_n < L_n$ $(n \geq 1)$, $\sum L_n/n < \infty$, la suite $\{L_n\}$ étant décroissante, et si $f(0) = 0$, on peut encore affirmer que $f(x) \equiv 0$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sinus d'ordre n et fonction* $\nu(x)$.
Note [1] de M. **Louis Poli**, présentée par M. Joseph Pérès.

Y. Villarceau [2] a défini les sinus d'ordre n

$$f(x, a, n) = \frac{x^{n-a}}{\Gamma(n-a+1)} - \frac{x^{2n-a}}{\Gamma(2n-a+1)} + \frac{x^{3n-a}}{\Gamma(3n-a+1)} - \dots$$

Pour a et n entiers ($0 \leqq a < n$), ce sont des fonctions entières, et nous en avons donné de nombreuses propriétés (*Ann. de la Société scientifique de Bruxelles*, 1940). On y adjoint les sinus hyperboliques

$$h(x, a, n) = \frac{x^{n-a}}{\Gamma(n-a+1)} + \frac{x^{2n-a}}{\Gamma(2n-a+1)} + \frac{x^{3n-a}}{\Gamma(3n-a+1)} + \dots$$

Si l'on ne se borne pas aux valeurs entières de a et n, les fonctions h et f sont beaucoup plus complexes. Nous voudrions souligner ici leur lien avec les fonctions

$$\nu(x) = \int_0^\infty \frac{x^s\, ds}{\Gamma(1+s)} \qquad \text{et} \qquad \nu(x, n) = \int_n^\infty \frac{x^s\, ds}{\Gamma(1+s)},$$

qui ont été introduites en analyse par V. Volterra [3], et assez étudiées depuis [4].

1° Soit à calculer

$$\int_0^n h(x, a, n)\, da.$$

En posant respectivement dans les divers termes

$$n-a=s, \qquad 2n-a=s, \qquad 3n-a=s, \qquad \dots,$$

il vient

$$\int_0^n h(x, a, n)\, da = \nu(x).$$

On trouve de même, si $r+1 \leqq n$,

$$\int_r^{n+r} h(x, a, 2n)\, da = \nu(x, n-r) - \nu(x, 2n-r) + \nu(x, 3n-r) - \dots,$$

et l'on peut montrer (le plus simple est d'utiliser le calcul symbolique) que cette somme alternée vaut

$$\int_0^x \nu(x-s)\, f(s, r+1, n)\, ds.$$

---

(1) Séance du 25 février 1946.

(2) *Comptes rendus*, 86, 90, etc....

(3) Volterra et J. Pérès, *Leçons sur la composition et les fonctions permutables*, Chap. IX.

(4) Colombo, *Bull. Sc. math.*, 67, 1943, p. 104; P. Humbert et L. Poli, *ibid.*, 68, 1944, p. 204.

II. Pour intégrer le sinus par rapport au premier indice, on utilisera l'identité

$$f(x, a, n) = h(x, a, n) - 2h(x, a, 2n),$$

d'où

$$\int_0^n f(x, a, n)\, da = \nu(x) - 2[\nu(x, n) - \nu(x, 2n) + \nu(x, 3n) - \ldots].$$

III. On intègre de façon analogue par rapport au deuxième indice. Il vient, pour $a \leqq r \leqq t$,

$$\int_r^t h(x, a, s)\, ds = [\nu(x, r-a) - \nu(x, t-a)] + \frac{1}{2}[\nu(x, 2r-a) - \nu(x, 2t-a)] + \frac{1}{3}[\nu(x, 3r-a) + \nu(x, 3t-a)] + \ldots$$

et

$$\int_r^t f(x, a, s)\, ds = [\nu(x, r-a) - \nu(x, t-a)] - \frac{1}{2}[\nu(x, 2r-a) - \nu(x, 2t-a) + \frac{1}{3}[\nu(x, 3r-a) - \nu(x, 3t-a)] - \ldots.$$

4. Enfin des méthodes toutes semblables permettraient de sommer bien des séries en $\nu(x, n)$.

Je cite par exemple l'intégration des fonctions de Bessel par rapport à l'indice

$$\int_0^\infty x^{\frac{n}{2}} J_n(2\sqrt{x})\, dn = \nu(x) - \frac{\nu(x, 1)}{1!} + \frac{\nu(x, 2)}{2!} - \ldots,$$

$$\int_0^\infty x^{\frac{n}{2}} I_n(2\sqrt{x})\, dn = \nu(x) + \frac{\nu(x, 1)}{1!} + \frac{\nu(x, 2)}{2!} + \ldots,$$

et plus généralement

$$\int_0^\infty \left(\frac{x}{r}\right)^{\frac{n}{2}} J_n(2\sqrt{rx})\, dn = \nu(x) - \frac{r}{1}\nu(x, 1) + \frac{r^2}{2!}\nu(x, 2) - \ldots.$$

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Essai d'une théorie des fonctions analytiques dans les corps valués complets : transformations holomorphes et leurs applications algébriques; fonctions holomorphes de plusieurs variables et fonctions implicites; familles normales; prolongement analytique.* Note (1) de M. **Marc Krasner**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Je conserve les notations de mes Notes précédentes (2). E étant un espace ultra-métrique, je change et je complète comme suit les définitions de ma Note (3) : si $a \in A \subseteq E$, le nombre semi-réel (3) maximal $\underline{\rho}_a(A)$ tel que

(1) Séance du 25 février 1946.

(2) *Comptes rendus*, **222**, 1946, pp. 37, 165 et 383.

(3) *Comptes rendus*, **219**, 1944, pp. 433-435.

$d(b, a) \leqq \rho_a(A) \,|\, b \in E \,|$ implique $b \in A$ est dit le *rayon inférieur de* A *en* a, et le nombre semi-réel minimal $\bar{\rho}_a(A) > \rho_a(A)$ est dit le *rayon supérieur de* A *en* a. Si A est un cercle de centre a, son *rayon* signifiera | contrairement à la Note [3] | son rayon inf. en a, et l'on emploiera le sens de ce mot pour définir la valuation et l'ordre d'un diviseur de E. Le cercle $d(x, a) \leqq \rho_a(A)$ sera dit l'*entourage de* a *dans* A et le diviseur $\mathfrak{f}_a(A)$ de E de valuation $\rho_a(A)$ sera dit le *conducteur de* A *en* a. La borne inf. $\rho(A)$ de $\rho_a(A)$ et la borne sup. $\bar{\rho}(A)$ de $\bar{\rho}_a(A)$, où a parcourt A, sont dits les *rayons inférieur* et *supérieur de* A, et le diviseur $\mathfrak{f}(A)$ de valuation $\rho(A)$ est dit le *conducteur de* A. $T = \{x \to F(x)\}$ étant la transformation holomorphe de la 3e Note citée [2], on montre que $TC^\star$ *est localement ouvert en tout* $\alpha \in C^\star$, *où* $F'(\alpha) \neq 0$, et que l'*entourage d'un tel* α *dans* $TC^\star$ *contient l'image* $C(T; \alpha)$ *de* $C_\alpha(T)$ *par* T, *et lui est égal si* $S_\alpha(T; K)$ *est analysable, auquel cas* $|\mathfrak{f}_\alpha(TC^\star)|$ *est le plus grand élément de la fermeture de* $\mathfrak{M}$ *sur l'axe semi-réel qui est* $\leqq |F'(\alpha)| r_1 = \operatorname{Exp}[-\varphi(\Pi; v_1)]$.

Si $F(x)$ est un polynome normé irréductible dans un corps $k^\star$, si α est un zéro simple de $F(x)$ et si $k = k^\star(\alpha)$, on a [4] $v^{(\alpha)}_{s^\star-1}(k/k^\star) = +\infty$, $v_i = v^{(\alpha)}_{s^\star-i-1}(k/k^\star)$, $l_i = n^{(\alpha)}_{s^\star-i-1}(k/k^\star) - n^{(\alpha)}_{s^\star-i}(k/k^\star) \,|\, \Pi$ et $\Phi_\alpha(\zeta)$ seront notés $\Pi^{(\alpha)}(k/k^\star)$ et $\Phi^{(\alpha)}(k/k^\star; \zeta)$ et appelés le *polygone de ramification* et la *fonction squelettique de* $k/k^\star$ *en* α |, $|F'(\alpha)| = |\vartheta^{(\alpha)}_{k/k^\star}|$, $r_1 = \operatorname{Exp}(-v^{(\alpha)}_{s^\star-1}) = d(F)$, où $d(F)$ est le minimum de la distance de zéros de $F(x)$, et si K est le composé de k et d'un corps $K^\star$ où $F(x)$ reste irréductible, $\cup \Phi_z(Z(z))$ est la réunion des transformés de $\Phi_\alpha(Z^\star)$ par les automorphismes de l'extension squelettique $S/S^\star$ de $K/K^\star$ (et, ainsi, la structure de $S_\alpha(T; K)$ est liée aux propriétés de ramification de $k/k^\star$ en α), les $\Phi_z(\mathfrak{J}(z))$ sont disjoints avec $\cup \Phi_z(Z(z))$, et leur présence indique que $k/k^\star$ n'est pas galoisienne.

On peut définir, à la manière habituelle, les séries de Laurent et de Taylor de k à plusieurs variables, et renouveler, à propos de leur domaine de convergence et de leur valuation, les considérations de mes Notes citées [2], en construisant leur *polytope de Newton*, analogue à Π. On peut construire, sur le modèle classique, la théorie locale des fonctions implicites et des variétés algébroïdes [M. Henri Cartan a édifié, par une méthode qui semble différente, une théorie analogue, non encore publiée; dans le cas $\mathfrak{p}$-adique, cette théorie est connue depuis la Thèse de M. Chabauty], et, en particulier, si $y'(x_0) \neq 0$, définir l'*inverse* $\alpha_P(y)$ *de* $y(x)$ *au* point $P = (x_0, y(x_0))$. *Étant données deux séries de Taylor* $y(x)$ *et* $x(y)$ *inverses l'une de l'autre en un* $P = (\alpha, \beta)$, *le cercle de convergence d'au moins une d'elles se réduit à son cercle de similitude* (ce qui entraîne son univalence), car sinon, il existerait une couronne Z : $r_1 \leqq |x - \alpha| \leqq r_2$ ($r_1 < r_2$; r_1, r_2 réels), où l'on aurait $|y(x) - \beta| = |a| \, |x - \alpha|^{n_1}$ et $|x(y) - \alpha| = |b| \, |y - \beta|^{n_2}$, avec $n_1 n_2 > 1$, ce qui est absurde.

---

[4] Voir Krasner, *Comptes rendus*, **220**, 1945, pp. 361 et 757.

Si k est localement compact, on peut, sous certaines hypothèses sur K, définir la *normalité* d'une suite de fonctions holomorphes sur une couronne, et la notion de ses *points irréguliers*, et démontrer les analogues des *théorèmes de M. Montel*, et aussi ceux des *théorèmes de M. Julia* qui précisent le grand *théorème de Picard*, ce qui permet de définir l'analogue des *droites de Julia*.

Un cercle $C : |x - \alpha| \leq \rho$, [ou un cercle $C : |x - \alpha| \geq \rho$, de centre ∞_K] de K ($\rho \geq 0$ est semi-réel) disjoint avec un $A \subseteq K$ est dit une *pseudo-limite de* A si, pour tout $\rho' > \rho$, il existe un $a \in A$ dont la distance à C soit $< \rho'$ [ou si A, C satisfont à la condition qui s'en déduit par l'homographie $(x - \alpha)(x' - \alpha) = 1$]. Un ensemble de cercles disjoints de K (dont certains peuvent être des points ou de centre ∞_K) est dit *pseudo-discret* si aucun de ces cercles n'est une pseudo-limite de la réunion des autres. *Si* K *n'est pas à base dénombrable* [tout corps valué complet k admet un tel surcorps K, satisfaisant aux conditions de la 1re Note (2)] un ensemble ouvert A de K en est dit un *domaine simple* si son complémentaire K — A est la réunion d'un ensemble au plus dénombrable et pseudo-discret de cercles disjoints de 1re espèce (3), et est dit un *domaine de* K s'il est la réunion d'un ensemble de domaines simples, tel que tout couple de ces domaines puisse être relié par une chaîne de domaines simples de l'ensemble à chaînons voisins non disjoints. La limite de toute suite de fractions rationnelles, uniformément convergente sur un domaine simple A de K, sera dite un *élément analytique sur* A. *Deux éléments analytiques sur les domaines simples non disjoints* A, B, *qui sont égaux sur un sous-ensemble de* $A \cap B$ *ayant un point d'accumulation sur* $A \cap B$, *sont égaux partout sur* $A \cap B$, ce qui fournit une sorte de prolongement (dont le prolongement méromorphe est un cas particulier) que j'appelle le *prolongement analytique uniforme* (il ne conduit jamais à des fonctions multiformes), et qui permet d'introduire la notion de *fonction analytique uniforme* et de son *ensemble de singularités*, et d'étendre la notion d'holomorphie en y remplaçant les séries de Laurent par les fonctions analytiques. Ceci fait, *une fonction rationnelle de fonctions holomorphes sur un domaine* $\mathcal{D}$ *l'est sur ce domaine dont on exclut ses pôles, la limite d'une suite uniformément convergente sur* $\mathcal{D}$ *de telles fonetions l'est aussi*, et *une fontion analytique uniforme d'une fonction analytique uniforme l'est partout, où elle est définie*. Si l'ensemble de singularités d'une fonction analytique sur un domaine simple $\mathcal{D}$ est une réunion F d'un ensemble au plus dénombrable de cercles, elle peut se représenter sur $\mathcal{D} - F$ comme la somme d'une série transfinie uniformément convergente, analogue à celle de *Mittag-Leffler* pour les fonctions analytiques ordinaires à l'ensemble clairsemé de singularités. Les fonctions analytiques uniformes ne peuvent être périodiques que si la caractéristique p de K n'est pas nulle.

ÉLASTICITÉ. — *Étude à l'aide des rayons X du contact de deux sphères.* Note [1] de MM. **Albert Kammerer** et **Jean Dickens**, présentée par M. Joseph Pérès.

L'étude mathématique du contact de deux corps élastiques, plus particulièrement de deux sphères [2] de centres O_1 et O_2, montre que, le long d'une perpendiculaire MO_1N élevée sur le plan tangent commun au centre M du cercle de contact, les tensions principales sont, au voisinage de M, des compressions, dont l'une est dirigée suivant MO_1, les deux autres étant égales; la différence des tensions principales extrêmes passe par un maximum en un point C_1 de MO_1, tel que C_1M égale la moitié du rayon du cercle de contact; p_m étant la pression maximum en M calculée par la formule de Hertz, le maximum de cette différence est voisin de $2p_m/3$, sa valeur au contact étant trois fois plus petite.

Nous avons vérifié ces différents points par photoélasticimétrie, dans le cas d'un cylindre pressé sur un plan [3] et dans celui d'une sphère pressée sur un plan (*Société des Ingénieurs Civils*, 24 novembre 1944).

La différence des tensions principales extrêmes pouvant, dans le cas des matériaux ductiles tels que les aciers, être prise comme critère de limite élastique ou d'endurance [4], nous avons pensé à utiliser les rayons X pour vérifier que, dans le contact de deux corps en acier pressés l'un contre l'autre par une force de grandeur croissante, la limite élastique est atteinte puis dépassée dans chaque corps, d'abord en un point C_1 situé à l'intérieur du corps sur la perpendiculaire au centre M de la surface de contact, M restant soumis à des contraintes très inférieures à celles correspondant à la limite élastique.

Les rayons X, diffractés à la surface d'une pièce en acier, sont situés sur des cônes de révolution dont l'axe est le faisceau incident; si le métal est à l'état recuit, ils forment, sur une plaque photographique plane perpendiculaire au faisceau incident, des spots isolés situés sur des cercles concentriques; si le métal est légèrement écroui, les spots deviennent flous; si l'écrouissage est grand, on observe, au lieu de spots isolés, des cercles diffus continus.

Nous avons comprimé une sphère S en acier parfaitement recuit [5] de rayon 30^{mm}, entre deux pièces $S'_1 S'_2$ constituées par le même acier

---

(1) Séance du 25 février 1946.

(2) Timoshenko, *Traité d'élasticité*, Paris.

(3) *Recherches sur la Photoélasticimétrie* (*Actualités Scientifiques*, n° 960, Paris).

(4) Courbes intrinsèques de Caquot.

(5) Acier à 0,25 % de carbone chauffé à 900°, refroidi au four; $R = 49$ kg : mm², $B = 33,5$ kg : mm², A % = 30.

recuit et dont les surfaces sphériques creuses, de rayon 38^{mm}, touchaient S en deux points diamétralement opposés MN.

Après application d'une charge P, nous avons découpé dans S une tranche dont une face représente un plan méridien contenant MN; la couche superficielle de très faible épaisseur, écrouie par l'usinage, a été éliminée par une attaque à l'acide. Nous avons exploré, à l'aide d'un pinceau de rayons X, la face contenant MN et plus particulièrement la droite MN et la portion A_1MB_1 du grand cercle de la sphère situé dans le plan de section, A_1B_1 étant situés sur la circonférence limitant la surface de contact.

Après différents essais, la charge de 15 000^{kg} nous a donné les résultats suivants : le calcul par les formules de Hertz montre que $p_m = 320$ kg/mm^2, ce qui donne une fatigue maximum calculée de 192 kg/mm^2 en C_1 ; ceci montre simplement que la limite élastique est dépassée : nous avons vérifié qu'il existait une empreinte résiduelle sur S. Les radiogrammes obtenus montrent qu'en M et O_1 le métal a conservé la structure de l'état recuit, tandis qu'en un point C_1 situé entre M et O_1 le métal est écroui; on observe un écrouissage plus faible que le précédent aux points A_1 et B_1.

Les examens au microscope métallographique et des micro-billages n'ont pu déceler ces premiers écrouissages. Ceci montre l'intérêt que présente l'utilisation de cette propriété des rayons X, qui permet la détermination des points d'une pièce où s'exercent les contraintes les plus dangereuses.

L'exemple étudié a permis la vérification directe des propriétés énoncées au début de cette Note, applicable en particulier aux pièces métalliques roulant sur d'autres pièces : billes et rouleaux, galets, roues etc. Elles sont certainement liées à l'apparition de certains défauts particuliers tels que les exfoliations des rails et des bandages, et les fissurations internes des rails.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Étude statistique de la turbulence; théorie de la mesure de la turbulence avec un seul fil chaud non compensé* (1). Note (2) de M. **François N. Frenkiel**, présentée par M. Henri Villat.

Soit un fil chaud de dimensions négligeables et dont l'installation électrique ne comprend pas de compensation de l'inertie thermique. L'énergie due à une fluctuation harmonique de fréquence cyclique ω est réduite, par la mesure, à $1/(1+M^2\omega^2)$ de sa valeur (M constante du fil chaud), comme l'ont montré

(1) Travail effectué à Toulouse, en 1941, dans la clandestinité, avant la déportation de l'auteur.

(2) Séance du 18 février 1946.

H. L. Dryden et A. M. Kuethe([3]). Soient $E = (1/2)\rho\overline{u'^2}$ l'énergie de la turbulence longitudinale ([4]) et Eb l'énergie mesurée avec le fil chaud non compensé. Quand le spectre de G. I. Taylor est $f_l(\omega)$, alors

$$\frac{Ec}{E} = \int_0^\infty \frac{f_l(s)}{1 + M^2 s^2}\, ds. \tag{1}$$

L'énergie de la turbulence longitudinale mesurée avec un fil chaud non compensé est plus petite que l'énergie vraie et diminue quand la constante du fil croît. J. Kampé de Fériet donne la relation ([5])

$$\frac{Ec}{E} = \frac{1}{M}\int_0^\infty \exp\left(-\frac{s}{M}\right) R_l(s)\, ds. \tag{2}$$

Soient $Rc_l(h)$ et $fc_l(\omega)$ le coefficient de corrélation au point fixe et le spectre de G. I. Taylor, mesurés avec le fil non compensé. On aura

$$Ec\, fc_l(\omega) = E\, f_l(\omega) \frac{1}{1 + M^2\omega^2} \tag{3}$$

et, en faisant une transformation de Fourier, suivant les équations

$$R_l(h) = \int_0^\infty \cos(sh)\, f_l(s)\, ds, \qquad Rc_l(h) = \int_0^\infty \cos(sh)\, fc_l(s)\, ds,$$

on peut donner le coefficient de corrélation correct en fonction de la loi de corrélation mesurée,

$$R_l(h) = \frac{Ec}{E}\left[Rc_l(h) - M^2 \frac{d^2 Rc_l(h)}{dh^2}\right]. \tag{4}$$

Faisons tendre h vers zéro. Comme $Rc_l(0) = 1$ et $R_l(0) = 1$, il vient

$$\frac{Ec}{E} = \frac{1}{1 - M^2 \dfrac{d^2 Rc_l(0)}{dh^2}}. \tag{5}$$

En résolvant (4) et en calculant les constantes par les conditions

$$Rc_l(0) = 1 \qquad \text{et} \qquad Rc_l(h) = Rc_l(-h),$$

on trouve

$$Rc_l(h) = \mathrm{Ch}\left(\frac{h}{M}\right) + \frac{1}{M}\frac{E}{Ec}\int_0^h \mathrm{Sh}\left(\frac{s-h}{M}\right) R_l(s)\, ds. \tag{6}$$

La dernière équation donne une dérivée seconde, nulle à l'origine, et par (4)

([3]) *Nat. Advis. Comm. Aëron.* (NACA) *Techn. Rep.*, n° **320**, 1929, p. 201.

([4]) *Comptes rendus*, **222**, 1946, pp. 367 et 473.

([5]) Cours sur la turbulence (non encore publié), professé en 1941 à l'Institut de Mécanique des Fluides de Lille.

on voit que, près de l'origine, $Rc_t(h) > R_t(h)$. Il en résulte que le rayon de courbure au sommet de la courbe de corrélation, mesuré avec un fil chaud non compensé, est plus grand que le rayon de courbure pour la courbe correcte et croît avec la constante du fil. En appliquant l'équation ([6])

$$\frac{d^2 Rc_t(0)}{dh^2} = -\int_0^\infty s^2 fc_t(s)\,ds$$

à (5), il vient

$$\text{(7)} \qquad \frac{Ec}{E} = \frac{1}{1 + M^2 \int_0^\infty s^2 fc_t(s)\,ds}.$$

Comme $\lim_{h \to 0}[dRc_t(h)/dh] = 0$ et $\lim_{h \to \infty}[dRc_t(h)/dh] = 0$, je trouve, en intégrant les deux membres de (4),

$$\text{(8)} \qquad \frac{L_t}{Lc_t} = \frac{Ec}{E}.$$

Les équations (2) et (8) donnent

$$\text{(9)} \qquad \frac{M}{Lc_t} = \frac{\int_0^\infty \exp\left(-\frac{s}{M}\right) R_t(s)\,ds}{\int_0^\infty R_t(s)\,ds}.$$

Quelle que soit la longueur de corrélation correcte au point fixe, la longueur de corrélation mesurée avec un fil chaud non compensé est plus grande que la constante de ce fil. Les équations (3) et (2) donnent

$$\text{(10)} \qquad \frac{f_t(\omega)}{L_t} = \frac{fc_t(\omega)}{Lc_t}\left[1 + \left(\frac{M}{Lc_t}\right)^2 (\omega Lc_t)^2\right].$$

Lorsqu'on trace la courbe $[fc_t(\omega)]/Lc_t$ en fonction de ωLc_t, alors, quand la constante du fil tend vers l'infini, le spectre mesuré tend vers la courbe

$$\text{(11)} \qquad \frac{fc_t(\omega)}{Lc_t} = \frac{2}{\pi}\,\frac{1}{1 + \omega^2 Lc_t^2},$$

quelle que soit la forme du spectre correct.

HYDRAULIQUE. — *Détermination de la perte de charge dans les tuyaux coniques.* Note de M. **Auguste Vibert**, présentée par M. Joseph Pérès.

L'expérience montre que l'inclinaison par rapport à l'axe des parois d'un tuyau conique occasionne dans l'écoulement une superturbulence qui se traduit

---

([6]) J. Kampé de Fériet, *Ann. Soc. Scient. Bruxelles*, 1re série, 59, 1939, p. 172.

par une augmentation de la perte de charge, analogue à celle provoquée par une rugosité artificiellement créée.

Dans ces conditions, et sous la réserve indiquée ci-après, si l'on désigne par δ le diamètre de la conduite cylindrique de longueur L donnant une perte de charge équivalente à celle du tuyau conique de longueur L et de diamètres D et d, on doit pouvoir écrire, en partant de la formule classique universelle,

$$J = jL = \lambda \frac{U_\delta^2}{2g\delta} L,$$

δ étant déterminé par la relation

$$\frac{L}{\delta^5} = \int_0^L \frac{dx}{D_x^5},$$

qui donne, tous calculs effectués,

$$\delta = D \sqrt[5]{\frac{4n^4(1-n)}{1-n^4}} \qquad \text{avec } n = \frac{d}{D}.$$

Ceci, toutefois, n'est légitime qu'à condition de prendre pour λ une valeur qui tient compte de la rugosité fictive introduite par l'inclinaison des parois du tuyau.

1° *Écoulement à nombre de Reynolds* R_e *supérieur à* 300000. — L'expérience a montré que, dans ce cas, λ est indépendant de R_e, et Nikuradse a proposé pour ce paramètre la valeur déduite de la relation

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,74 + 2 \log \frac{r}{\varepsilon}.$$

Il s'agit alors de connaître la valeur de la rugosité absolue ε à introduire dans cette formule, produisant un effet équivalent à celui de l'inclinaison des parois.

2° *Écoulement à nombre de Reynolds* R_e *inférieur à* 300000. — Dans ce cas λ dépend de R_e. Sur le graphique logarithmique classique à double entrée représentant la fonction $\lambda = \varphi(R_e)$, les variations de λ sont représentées par une parallèle à la droite de Blasius. On a donc

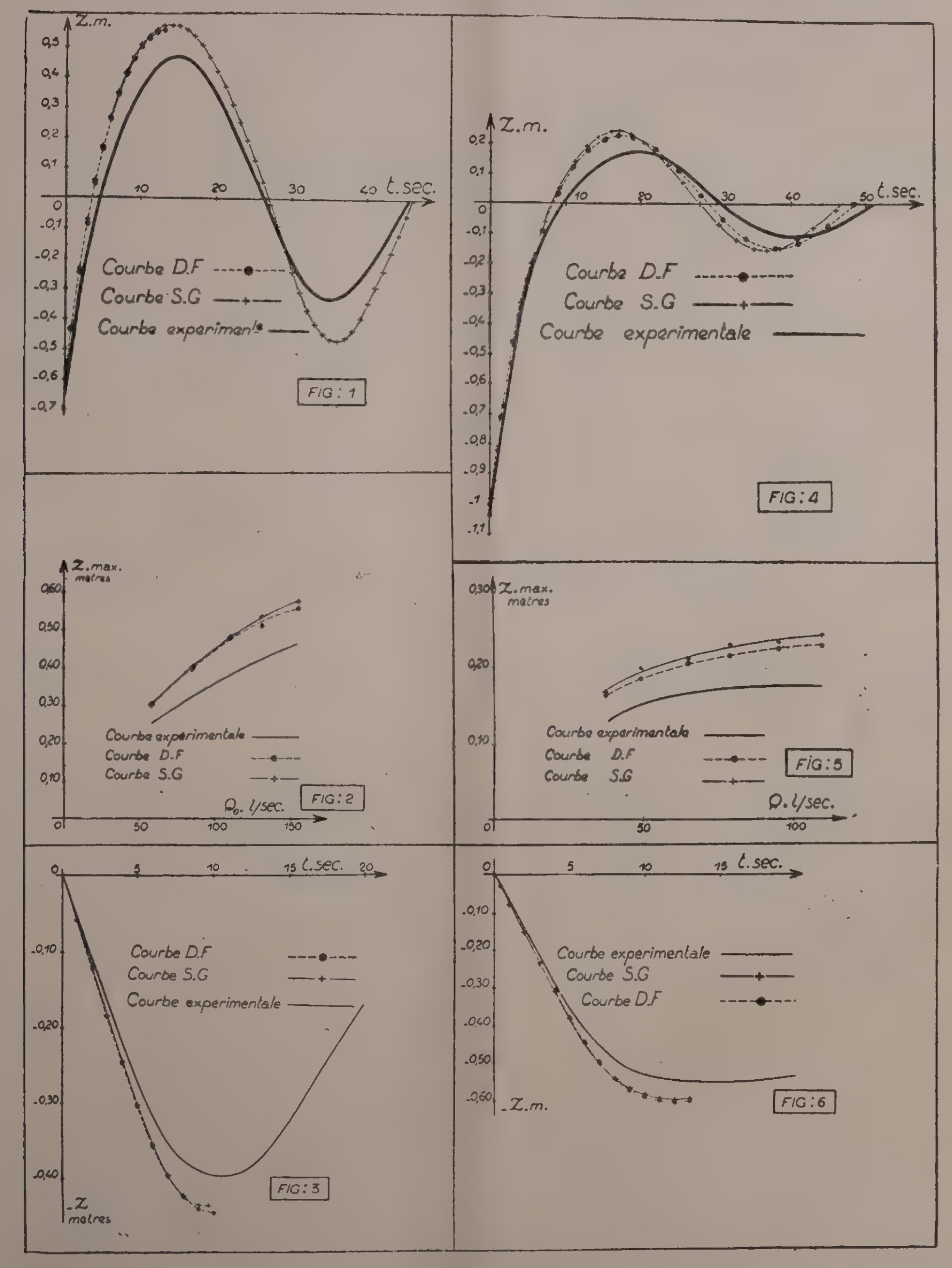
$$\log\lambda = \log\lambda_{R_e=300\,000} - 0,25 \log R_e.$$

Nous avons vérifié cette théorie pour toute une série de convergents industriels géométriquement semblables, ayant un angle sommet $\alpha = 21°$, $n = 0,5$ et des diamètres D compris entre $0^m,05$ et 3^m.

Les résultats théoriques obtenus avec $\varepsilon = 1^{mm},25$ corroborent les résultats expérimentaux, les différences constatées étant très petites et, en tout état de cause, largement inférieures à la tolérance en + ou en — des vérifications expérimentales.

HYDRAULIQUE. — *Vérifications expérimentales de l'application des méthodes D. F. et S. G. aux chambres d'équilibre à section variable.* Note [1] de M. **Léopold Escande**, transmise par M. Charles Camichel.

Il n'existe pas de formules théoriques permettant l'étude analytique des



oscillations à l'intérieur des chambres d'équilibre à section variable, lorsque la

(1) Séance du 4 mars 1946.

perte de charge intervient de façon appréciable, comme tel est le cas en pratique. Par exemple, dans le problème le plus simple, celui de la fermeture complète instantanée, on obtient, avec les notations habituelles, l'équation

$$V^2 = \left[\lambda - \frac{2gf}{L}\int ZF e^{\varepsilon\frac{2gK}{Lf}\int F\,dZ}\,dZ\right]\frac{e^{-\varepsilon\frac{2gK}{Lf}\int F\,dZ}}{F^2},$$

qui n'est pas intégrable, en général.

Nous avons cherché à vérifier le degré d'approximation obtenu par l'application de nos méthodes de calcul D. F. et S. G., à l'étude de ces chambres à section variable, au moyen d'expériences systématiques. Notre installation comprend essentiellement une conduite d'amenée, circulaire, de section $f = 0^{m^2},0707$, de longueur $L = 28^{m},70$, comportant une vanne V, dont la fermeture partielle permet d'augmenter les pertes de charge, et une chambre d'équilibre tronconique. L'installation est alimentée par un bassin de vaste section (50^{m^2}) : des dispositifs spéciaux permettent la réalisation de manœuvres continues d'ouverture et de fermeture pratiquement instantanées : les débits sont mesurés au moyen d'un déversoir de Bazin.

Les expériences ont porté sur des manœuvres instantanées de fermeture ou d'ouverture; pour ces dernières, la hauteur de chute H est assez faible pour qu'il soit nécessaire d'en tenir compte dans les calculs.

La figure 1 reproduit l'oscillation enregistrée d'une part, et calculée d'autre part, au moyen des méthodes D. F. et S. G., dans l'une des expériences de fermeture instantanée, vanne V, entièrement ouverte. La figure 2 donne, dans les mêmes conditions, les valeurs maxima Z_m de Z, en fonction du débit initial Q_0.

Les figures 4 et 5 fournissent respectivement les mêmes résultats que les figures 1 et 2, dans le cas où la vanne V est partiellement fermée.

Les figures 3 et 6 reproduisent l'enregistrement et le calcul de la première descente, dans deux expériences d'ouverture instantanée la vanne V étant ouverte complètement (*fig.* 3) ou partiellement (*fig.* 6).

Dans l'ensemble, les méthodes D. F. et S. G. conduisent à des amplitudes d'oscillations plus fortes que l'expérience : les écarts constatés, admissibles pour la technique, sont donc dans le sens de la sécurité.

RELATIVITÉ. — *Sur la thermodynamique des fluides.*

Note [1] de M. **Olivier Costa de Beauregard.**

Le travail. — Dans un fluide soumis à des forces d'origine superficielle, la masse propre n'est pas conservative; dans le cas simple d'une pression ϖ, si ρ_0 et $\delta u_0 = V_i\,\delta u^i$ désignent la densité massique et le volume élémentaire

[1] Séance du 11 février 1946.

propres ([2]), $\mathcal{L}$ les lignes de courant d'Univers et $\mathcal{C}$ une hypercloison courante du genre espace, on a ([3])

$$(1) \qquad -c^2 \iiint_{\mathcal{C}_2-\mathcal{C}_1} \rho_0\, \delta u_0 = \int_{\mathcal{L}} \iiint_{\mathcal{C}} \varpi\, d\delta u_0;$$

l'expression $\varpi\, d\delta u_0$, analogue au $p\,dv$ classique, mérite le nom de *travail élémentaire invariant*. Ce résultat concerne exclusivement les compressions adiabatiques; le travail est acquis au fluide sous forme thermique.

Si ρ_{00} désigne la valeur qu'aurait ρ_0 pour le même δu_0 au zéro absolu, et si la pression ϖ_0 correspondante est nulle, l'intégrale $\iiint_{\mathcal{C}} \rho_{00}\, \delta u_0$ est conservative; on peut alors remplacer dans (1) ρ_0 par $\rho'_0 = \rho_0 - \rho_{00}$, qui est l'équivalent massique de la densité propre d'énergie thermique.

La chaleur. — Montrons sur un exemple qu'elle aussi peut être traitée comme un invariant. L'écriture densitaire des lois électriques d'Ohm-Kirchhoff et de Joule est

$$\vec{E} = r\vec{j}, \qquad J\, d\delta Q = r\vec{j}^2\, \delta u\, dt;$$

$d\delta Q$ représente la chaleur dégagée dans le volume élémentaire δu pendant le temps élémentaire dt. Introduisant avec Minkowski ([4]) la quadrivitesse locale V_k du conducteur, la transcription covariante de ces lois est

$$(2) \qquad H^{ik}\dot{V}_k = rj^i, \qquad icJ\, d\delta Q = rj_i j^i [dx_1\, dx_2\, dx_3\, dx_4];$$

on voit que la résistivité r et la chaleur Q sont ainsi traitées comme des invariants tensoriels.

Posons $\delta Q = q_0\, \delta u_0$, et soit $q_0 U^i$ la quadri-densité de courant de chaleur; $U^i \neq V^i$ si le milieu est conducteur. Soit δs^{ij} l'élément d'aire $\mathcal{S}$ contour de la goutte $\mathcal{C}$, $d\tau$ le temps propre le long des $\mathcal{L}$; $d\tau V_j \delta s^{ij}$ est une expression de l'élément trilinéaire sur l'hyperparoi $\mathfrak{P}$ engendrée par $\mathcal{S}$, et l'on peut écrire

$$(3) \qquad \iiint_{\mathcal{C}_2-\mathcal{C}_1} q_0 U_i\, \delta u^i = \iiiint \partial_i (q_0 U^i) [dx_1\, dx_2\, dx_3\, dx_4] - \iiint_{\mathfrak{P}} q_0 U_i V_j\, \delta s^{ij}\, d\tau;$$

le dernier terme, nul si $U^i = V^i$, représente le flux de chaleur à travers $\mathcal{S}$, et le précédent le débit des sources de chaleur enfermées dans $\mathcal{S}$. Dans le cas de la

---

([2]) *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 271.

([3]) *Ibid.*, **222**, 1946, p. 477.

([4]) Voir M. de Laue, *Théorie de la Relativité* (trad. G. Létang, **1**, Paris, 1924, pp. 182-187); il s'agit bien entendu du quadri-courant de conduction, du genre espace et orthogonal à V_k, tandis que le quadri-courant de convection, lorsqu'il existe, est du genre temps et colinéaire à V_k.

chaleur de Joule, on a, d'après (2_2),

$$\partial_i(q_0 U^i) = r j_i j^i. \tag{4}$$

La température. — L'entropie, nombre pur, est nécessairement un invariant [5]; la température T_0 définie en liaison avec le δQ précédent est donc aussi un invariant. Dans certaines questions, δQ peut se présenter comme la 4ᵉ composante d'un vecteur, auquel cas il en sera de même de $1/T$ [5]; il est naturel d'admettre que ce dernier vecteur est colinéaire à V^i, et l'on posera

$$\theta^i = \frac{1}{T_0} V^i, \qquad \frac{1}{T} = \theta^4. \tag{5}$$

L'énergie et l'entropie. — L'état initial et l'état final d'une même goutte fluide étant représentés par les hypercloisons $\mathcal{C}_1$ et $\mathcal{C}_2$, l'expression de la variation d'énergie s'obtiendra en ajoutant au second membre de (1) celui de (3) multiplié par J, et celle de la variation réversible d'entropie en remplaçant, au second membre de (3), q_0 par q_0/T_0.

Exemple d'équation d'état : gaz parfait. — Le nombre N des molécules formant la goutte $\mathcal{C}$ est conservatif [6]; k désignant la constante de Boltzmann, suivant la définition choisie pour la température, on aura les deux écritures équivalentes

$$\iiint_{\mathcal{C}} \frac{\varpi\, \delta u_0}{k T_0} = N, \qquad \iiint_{\mathcal{C}} \varpi \theta^i\, \delta u_i = k N; \tag{6}$$

ici, l'on voit qu'il est *nécessaire* de prendre θ^i colinéaire à V^i.

Soient m_{00} la masse au repos des molécules d'un gaz homogène, m_0 la valeur moyenne à la température T_0 de leur masse relativiste, δu_0 le volume moléculaire; on a, la relation (7_3) étant fournie par la théorie cinétique, et γ désignant le coefficient habituel,

$$\varpi\, \delta u_0 = k T_0, \qquad \rho_0\, \delta u_0 = m_0, \qquad k T_0 = (\gamma - 1)\, c^2 (m_0 - m_{00}); \tag{7}$$

on conclut de là la relation $\rho_0 = \rho_{00} + [1/(\gamma - 1)](\varpi/c^2)$, qui, portée dans la formule générale (1) de la compression adiabatique, redonne la loi connue $\varpi(\delta u_0)^\gamma = \text{const.}$

Conclusions. — Nous avons défini les grandeurs thermodynamiques fondamentales comme des invariants tensoriels. Les intégrales tiennent compte de ce que, dans la phase $\mathcal{C}$, la température et la pression ne sont pas nécessairement uniformes. Moyennant ces remarques, les raisonnements classiques de la thermodynamique sont applicables aux gouttelettes δu_0 suivies dans leurs transformations.

---

(5) M. DE LAUE, *op. cit.*, pp. 268-270.

(6) Les N trajectoires d'Univers restent contenues dans l'hypertube décrit par $\mathcal{C}$.

ASTROPHYSIQUE. — *Sur la stabilité d'un modèle de naine blanche.*
Note (¹) de M. **Evry Schatzman.**

Nous avons montré (²) que l'on pouvait représenter les naines blanches par le modèle suivant : un noyau fait de mélange de Russel et une couronne d'hydrogène pouvant être gazeuse en totalité ou en partie.

Nous allons montrer ici que ce modèle est en équilibre radiatif stable.

La condition de stabilité de l'équilibre radiatif est donnée par la condition

$$(1) \qquad \left[\frac{d \log T}{d \log P}\right]_{\text{radiatif}} < \left[\frac{d \log T}{d \log P}\right]_{\text{adiabatique}}.$$

Dans notre modèle la couronne gazeuse est un gaz monoatomique et, suivant que la pression de radiation est nulle ou égale à la pression totale,

$$0,25 < \left[\frac{d \log T}{d \log P}\right]_{\text{adiabatique}} < 0,4,$$

alors que la pression dans la couronne gazeuse est liée à la température par la relation

$$P \sim T^{\frac{17}{4}}$$

ce qui entraîne

$$\left[\frac{d \log T}{d \log P}\right]_{\text{radiatif}} = 0,235.$$

La condition (1) est donc satisfaite, et la couronne gazeuse se trouve en équilibre radiatif stable.

A l'intérieur de la surface de mélange, ou éventuellement de la surface d'apparition de la dégénérescence, nous avons supposé $T = \text{const.}$, ce qui entraîne $d \log T = 0$ et par conséquent la condition (1) est encore satisfaite. Le modèle étudié est en totalité en équilibre radiatif stable et aucun mouvement de convection n'empêche le champ de pesanteur d'opérer le tirage des éléments.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la scission des étoiles.*
Note (¹) de M. **Émile Sevin**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Du point de vue cosmogonique, le problème de la scission des étoiles est d'importance capitale. Il a été étudié par H. Poincaré, Sir G. H. Darwin et Sir J. H. Jeans, en faisant intervenir uniquement la rotation : il s'est alors montré d'une complication extrême, et le dernier de ces auteurs a finalement

(¹) Séance du 2 janvier 1946.

(²) *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 496; **220**, 1945, p. 516.

(¹) Séance du 4 mars 1946.

exprimé l'avis que l'état gazeux des étoiles n'était guère compatible avec une rupture ainsi envisagée et, spécialement, avec la formation d'un système planétaire. Nous nous proposons d'exposer que, en tenant compte également de la vibration, en rapport avec l'infrason de période θ rendu par l'astre, on parvient nettement à des conclusions différentes.

Considérons une étoile tournant autour d'un axe sur lequel la vitesse angulaire $\vec{\omega}$ va définir la direction sud-nord des pôles et faisons choix, à l'intérieur de cette étoile, d'une masse m située sur un parallèle de latitude λ et entraînant, avec elle, un trièdre de référence dont l'axe des z sera la verticale, dirigée comme l'accélération de la pesanteur $\vec{g}$, l'axe des x étant la tangente au parallèle dirigée vers l'est et l'axe des y la perpendiculaire à ces deux droites dirigée vers le sud.

Si la vitesse angulaire $\vec{\omega}$ était nulle, la vibration stationnaire de m serait orientée suivant la verticale et l'on pourrait poser, en n'explicitant que le premier terme de la série de Fourier,

$$z = z_0 \sin 2\pi \frac{t}{\theta}, \qquad \frac{dz}{dt} = z_0 \frac{2\pi}{\theta} \cos 2\pi \frac{t}{\theta}, \qquad \frac{d^2 z}{dt^2} = - z_0 \frac{4\pi^2}{\theta^2} \sin 2\pi \frac{t}{\theta}.$$

Mais, du fait de l'intervention de $\vec{\omega}$, la vibration constitue un mouvement relatif défini par les équations

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = - 2\omega \left(\frac{dy}{dt} \sin\lambda - \frac{dz}{dt} \cos\lambda \right),$$
$$\frac{d^2 y}{dt^2} = 2\omega \frac{dx}{dt} \sin\lambda,$$
$$\frac{d^2 z}{dt^2} = - z_0 \frac{4\pi^2}{\theta^2} \sin 2\pi \frac{t}{\theta} - 2\omega \frac{dx}{dt} \cos\lambda.$$

En intégrant par approximations successives et en désignant par S la période de rotation, il vient :

$$\frac{dx}{dt} = 2 z_0 \frac{2\pi}{S} \left(1 + 4 \frac{\theta^2}{S^2} + 16 \frac{\theta^4}{S^4} + \ldots \right) \cos\lambda \sin 2\pi \frac{t}{\theta},$$
$$\frac{dy}{dt} = - 2 z_0 \frac{2\pi\theta}{S^2} \left(1 + 4 \frac{\theta^2}{S^2} + 16 \frac{\theta^4}{S^4} + \ldots \right) \sin 2\lambda \cos 2\pi \frac{t}{\theta},$$
$$\frac{dz}{dt} = z_0 \left[\frac{2\pi}{\theta} + \frac{8\pi\theta}{S^2} \left(1 + 4 \frac{\theta^2}{S^2} + 16 \frac{\theta^4}{S^4} + \ldots \right) \cos^2\lambda \right] \cos 2\pi \frac{t}{\theta},$$
$$x = - 2 z_0 \frac{\theta}{S} \left(1 + 4 \frac{\theta^2}{S^2} + 16 \frac{\theta^4}{S^4} + \ldots \right) \cos\lambda \cos 2\pi \frac{t}{\theta},$$
$$y = - 2 z_0 \frac{\theta^2}{S^2} \left(1 + 4 \frac{\theta^2}{S^2} + 16 \frac{\theta^4}{S^4} + \ldots \right) \sin 2\lambda \sin 2\pi \frac{t}{\theta},$$
$$z = z_0 \left[1 + 4 \frac{\theta^2}{S^2} \left(1 + 4 \frac{\theta^2}{S^2} + 16 \frac{\theta^4}{S^4} + \ldots \right) \cos^2\lambda \right] \sin 2\pi \frac{t}{\theta};$$

et l'on voit que, dans toutes ces expressions, figure une même progression géométrique

$$1+4\frac{\theta^2}{S^2}+16\frac{\theta^4}{S^4}+\ldots.$$

Tant que le rapport θ/S est inférieur à $1/2$, cette progression est convergente; on peut la remplacer par sa somme $S^2/(S^2-4\theta^2)$ et l'on se trouve avoir intégré rigoureusement. Alors la vibration est elliptique et *rétrograde*; elle est contenue dans le plan

$$\frac{y}{z}=-\frac{2\theta^2\sin 2\lambda}{S^2-4\theta^2\sin^2\lambda},$$

et il lui est associé un moment cinétique compris dans le méridien. Pour l'ensemble de l'étoile, le moment cinétique résultant correspondant est porté par l'axe de rotation et *son sens est opposé à celui du moment cinétique de rotation.*

Il s'ensuit que si, au cours de l'évolution d'une étoile, θ/S vient à atteindre la valeur critique $1/2$, la moindre vibration tend à s'amplifier sans limite; par suite de la conservation du moment cinétique, $\vec{\omega}$ augmente également et le corps de l'étoile, qui doit fournir l'énergie nécessaire, s'effondre. Une scission cataclysmique est donc inévitable; et en effet, depuis quelque vingt-cinq ans, par trois fois on a constaté que les novæ pouvaient provoquer des ruptures.

Lorsque c'est un système planétaire qui prend naissance, les astres engendrés sont de trop faible importance pour qu'on puisse les observer à grande distance; toutefois, le système solaire est instructif à ce sujet. Actuellement, pour le Soleil, θ/S ne vaut que 0,0046; mais, si les planètes y étaient incorporées, leurs moments cinétiques de révolution s'ajouteraient à son moment cinétique de rotation et θ/S atteindrait $0,68 > 1/2$. Ainsi les planètes apparaissent bien comme le lest qu'a dû jeter le Soleil pour retrouver un état d'équilibre stable.

Comme conséquence, pour tout astre existant (étoile, planète ou satellite), le rapport θ/S doit être compris entre 0 et $1/2$, et cette règle se montre parfaitement suivie. Voici quelques valeurs typiques : VV Cephei B 0,00014; ζ Urigæ B 0,00041 ; Y Cygni A et B 0,0833 ; ζ Aurigæ A 0,111 ; RS Canum Venaticorum B 0,208; VV Cephei A 0,281 ; V Puppis A et B 0,306; la Terre 0,0587; Mars 0,0688; Neptune 0,199; Jupiter 0,288; Saturne 0,386; la Lune 0,0028.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déshydratation des glycols* $(CH_3)_2COH-CHOH-R$ *pour des radicaux variant de* C_6 à C_{10}. Note de Mme **Irène Elphimoff-Scherbakoff**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les recherches de Tiffeneau et de son école ([1]) ont montré que la déshydratation des glycols du type $(R')^2-COH-CHOH-R$ (R gras ou Ar)

([1]) M. Tiffeneau, A. Orekhoff et Jeanne Lévy, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 977; M. Tiffeneau et Jeanne Lévy, *Bull. Soc. Chim.*, 39, 1926, p. 763; M. Tiffeneau et Dorlencourt, *Comptes rendus*, 143, 1906, p. 126.

s'effectue, dans certaines conditions bien déterminées, par départ d'hydroxyle tertiaire en conduisant tantôt aux aldéhydes [schéma (I) pour R = Ar], tantôt aux cétones [schéma (II) pour R gras] ([2]).

$$(R')^2{-}CH{-}CO{-}R \overset{(II)}{\leftarrow} (R')^2{-}COH{-}CHOH{-}R \overset{(I)}{\rightarrow} (R')^2RC{-}CHO.$$

Tiffeneau a conclu de cette différence de comportement que l'aptitude migratrice des radicaux gras est plus faible que celle des radicaux aromatiques.

Cependant Darzens ([3]) a montré que le comportement des radicaux gras à poids moléculaire élevé ($R \geq C_8$) est identique à celui des radicaux aromatiques aussi bien dans l'isomérisation des glycidiques $(R')^2C\text{——}C(R)CO_2C_2H_5$ (pont O) que dans la déméthoxylation des éthers monométhyliques des glycols ci-dessus. En effet, ces deux réactions s'effectuent avec migration du radical à poids moléculaire élevé R et conduisent aux aldéhydes $(R')^2RC{-}CHO$.

Dans le but de préciser le comportement des radicaux à poids moléculaire élevé, nous avons étudié ([4]), la déshydratation des glycols $(Ar^2)COH{-}CHOH{-}R$ et nous avons montré qu'elle s'effectue suivant le schéma II, c'est-à-dire sans transposition moléculaire.

On peut supposer que la grande électronégativité des radicaux phényle entrave l'aptitude migratrice du radical R et l'empêche de venir se fixer sur le carbone qui les porte.

C'est pourquoi nous nous sommes proposé d'examiner dans le présent travail la déshydratation des glycols $(CH^3)^2COH{-}CHOH{-}R$ de même structure que les mono-éthers étudiés par Darzens. Contrairement à nos prévisions, cette déshydratation, bien qu'effectuée dans les mêmes conditions que la déméthoxylation des mono-éthers correspondants, conduit, non pas comme cette dernière aux aldéhydes transposés, mais aux cétones de même squelette carboné.

C'est donc au mécanisme même de ces deux réactions qu'il faut attribuer la différence de comportement des radicaux. Nous supposons que la déshydratation des glycols s'effectue suivant le mécanisme vinylique :

$$\underset{\boxed{OH}}{(CH_3)_2{-}C}\text{——}\underset{OH}{CH}{-}R \rightarrow (CH_3)_2{-}C{=}\underset{OH}{C}{-}R \rightarrow (CH_3)_2{-}CH{-}CO{-}R,$$

tandis que la déméthoxylation des mono-éthers correspondants se fait suivant le mécanisme semi-hydrobenzoïnique :

$$\underset{OH}{(CH_3)_2C}\text{——}\underset{OCH_3}{CH}{-}R \rightarrow (CH_3)_2\underset{|}{C}{-}\underset{O}{CH}{-}R \rightarrow (CH_3)_2RC{-}CHO.$$

([2]) P. Nicolle, *Bull. Soc. Chim.*, **39**, 1926, p. 62.

([3]) G. Darzens, *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 884; **196**, 1933, p. 184.

([4]) I. Elphimoff-Scherbakoff, *Comptes rendus*, **221**, 1945, p. 564.

I. *Préparation des glycols* $(CH_3)_2COH-CHOH-R$. — Ces glycols sont préparés à partir des aldéhydes $R-CHO$ qui, par l'intermédiaire de leurs composés bisulfitiques, sont transformés en cyanhydrines $R-CHOH-CN$; celles-ci, traitées par HCl gazeux en présence d'alcool absolu, donnent les hydroxy-esters $R-CHOH-COOC_2H_5$. Ces derniers, traités par quatre molécules de bromure de méthylmagnésium, conduisent aux glycols $R-CHOH-COH(CH_3)_2$:

RC_6H_{13} glycol $C_{10}H_{22}O_2$, $É_{23}$ 143°-145° hydroxy ester $C_{10}H_{20}O_3$, $É_{20}$ 130° (²).
RC_8H_{17} » $C_{12}H_{26}O_2$, $É_{28}$ 163° » » $C_{12}H_{24}O_3$, F 30°,
$RC_{10}H_{21}$ » $C_{14}H_{30}O_2$, $É_{30}$ 190° » » $C_{14}H_{28}O_3$, $É_{15}$ 165°; F 38°.

II. *Déshydratation des glycols en cétones* $(CH_3)_2CH-CO-R$ par l'acide formique anhydre à chaud :

RC_6H_{13} cétone $C_{10}H_{20}O$, $É_p$ 200°-210° (²).
RC_8H_{17} » $C_{12}H_{24}O$, $É_{16}$ 115°-118°; oxime $C_{12}H_{25}ON$, $É_8$ 136°.
$RC_{10}H_{21}$ » $C_{14}H_{28}O$, $É_{17}$ 140°-144°.

Ces cétones ont des odeurs fortes plutôt agréables; leurs semicarbazones et oximes sont liquides.

La structure de ces cétones a été démontrée par coupure au moyen d'un mélange acétochromique à chaud qui a fourni dans tous les cas l'acétone $(CH_3)_2CO$. L'oxydation argentine a été effectuée pour prouver l'absence d'aldéhyde. Dans aucun cas il n'a été obtenu d'acide.

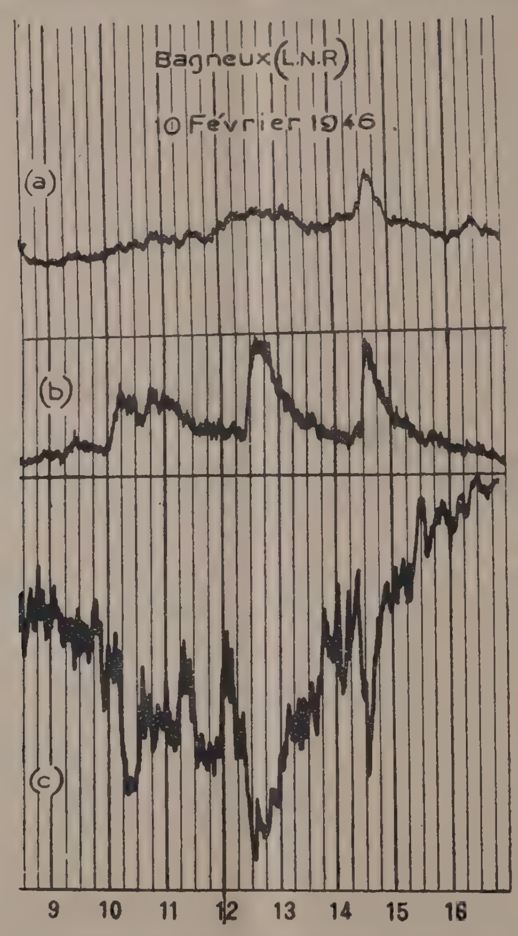
Conclusion. — La déshydratation des glycols $(CH_3)_2COH-CHOH-R$ pour $R \geq C_6$ en milieu acide conduit aux cétones non transposées $-(CH_3)_2CH-CO-R$. Ainsi, dans cette réaction, les radicaux à poids moléculaire élevé ne présentent pas de propriétés comparables aux radicaux aromatiques.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Manifestations radioélectriques au cours de la période d'activité solaire du* 31 *janvier au* 14 *février* 1946. Note (¹) de M. **Robert Bureau**, présentée par M. Charles Maurain.

L'observation des perturbations ionosphériques à début brusque permet une surveillance indirecte de l'activité de la chromosphère et surtout des éruptions chromosphériques. Nous avons signalé le parallélisme remarquable dés phénomènes ionosphériques terrestres et chromosphériques solaires au cours du cycle solaire undécennal 1932-1943 (²). Après plus de deux ans de calme presque total, l'activité des perturbations ionosphériques s'est brusquement manifestée du 31 janvier au 14 février 1946. Nous disposions pour la détecter des installations suivantes : enregistreurs d'atmosphériques sur 11 000^m de longueur d'onde à Paris (Bagneux), Poitiers et Rabat; sur 24 000^m, 5000^m, 2000^m et 150^m à Bagneux; enregistreur du champ de Genève sur 48^m,66 quelques heures par jour. C'est la première fois qu'on utilise, au même lieu, l'enregistrement des atmosphériques sur ondes myriamétriques pour la détection des renforcements brusques, et l'enregistrement du champ sur ondes décamétriques pour les affaiblissements brusques et les évanouissements. Cet ensemble de moyens, bien qu'incomplet encore, s'est révélé efficace. Nous espérons le compléter en

(¹) Séance du 25 février 1946.
(²) *Comptes rendus*, **219**, 1944, p. 461.

étendant à toute la journée l'enregistrement d'ondes décamétriques, celui de l'amortissement des échos à la verticale, et dans un avenir plus lointain celui



a, atmosphériques 24000 mètres; *b*, atmosphériques 11 000 mètres; *c*, champ Genève 48ᵐ,66.

des atmosphériques sur 11 000ᵐ à diverses longitudes, ce qui permettrait une surveillance radioélectrique permanente des éruptions solaires.

Voici un résumé et un exemple des renseignements fournis par les seuls moyens radioélectriques au cours de la période précitée.

Liste des renforcements (R) *sur* 11 000ᵐ, *des affaiblissements* (A) *sur* 48ᵐ,66, (*heures* T. M. G. *du début*).

31 janvier...	1240 (RA)	6 février...	1352 (R)	12 février...	1150 (RA)
1er février...	1206 (RA)	7 » ...	1235 (RA)	» ...	1215 (RA)
» ...	1337 (R)	8 » ...	0910 (RA)	» ...	1314 (R)
2 » ...	0910 (A)	» ...	1244 (R)	» ...	1452 (R)
3 » ...	1250 (RA)	» ...	1330 (R)	13 » ...	0902 (R)
» ...	1546 (R)	9 » ...	1150 (RA)	» ...	1135 (RA)
4 » ...	1259 (R)	10 » ...	1008 (RA)	» ...	1517 (R)
5 » ...	1144 (RA)	» ...	1230 (RA)	14 » ...	1152 (RA)
» ...	1510 (R)	» ...	1431 (RA)		
6 » ...	0845 (R)	11 » ...	1032 (RA)		

La figure donne un exemple d'affaiblissements et de renforcements simultanés.

L'onde de 24000^m n'a été sensible aux perturbations que dans deux cas, celui du 10 février à 1431 (léger renforcement) et celui du 13 février à 1135 (affaiblissement). Nous avons attribué l'absence générale de renforcement sur les ondes très longues à leur niveau de réflexion qui serait plus bas que celui de l'ionisation passagère provoquée par les éruptions chromosphériques.

Cette série exceptionnelle a été accompagnée d'un certain nombre d'évanouissements du trafic radioélectrique sur ondes décamétriques correspondant aux heures du tableau ci-dessus. De plus ce trafic a souffert de perturbations de longue durée, montrant que l'activité solaire ne s'est pas limitée aux éruptions chromosphériques. Les phénomènes radioélectriques ne sont d'ailleurs qu'une des manifestations, grandiose il est vrai, de cette période. Leur origine semble se rattacher au passage à travers le disque solaire de taches de formation récente dont la présence le 30 janvier au bord Est du disque nous a été signalée par M. d'Azambuja (l'état du ciel a rendu presque impossible l'observation directe du Soleil à Meudon). La série de février 1946 est peut-être comparable en intérêt à celle de février-mars 1942 qui a donné lieu à plusieurs publications rétrospectives ([3]) et que nous avions nous-même décrite en détail ([4]).

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *L'activité magnétique du début de février* 1946. Note ([1]) de MM. **Jean Coulomb** et **Édouard Selzer**, présentée par M. Charles Maurain.

La première quinzaine de février, signalée comme particulièrement active des points de vue solaire et ionosphérique, a comporté un seul phénomène magnétique de grande ampleur, l'orage des 7 et 8 février. Il a duré de 7^h20^m le 7 à 22^h environ le 8. Son amplitude a atteint 330^γ (10^{-5} gauss) sur la composante horizontale, 170^γ sur la composante verticale, $1^\circ5'$ sur la déclinaison. Cet orage a laissé, comme à l'ordinaire, un résidu temporaire qui a atteint 35^γ environ sur les composantes horizontale et verticale. Il a comporté, fait assez rare, deux pulsations géantes, débutant brusquement : l'une irrégulière a duré du 7 à 10^h20^m au 7 à 17^h10^m; l'autre plus nette a commencé le 8 à 6^h20^m et s'est évanouie progressivement de 13^h à 17^h.

Les renforcements d'atmosphériques et les affaiblissements d'ondes courtes relevés par M. Bureau (voir la Note précédente) n'ont presque jamais coïncidé avec des crochets magnétiques tels qu'il s'en présente

---

([3]) H. W. Newton, *Observatory*, 64, 1942, p. 263; J. S. Hey, *Nature*, 157, 1946, p. 47; F. J. N. Stratton, *ibid.*, 157, 1946, p. 48.

([4]) Note préliminaire n° 37 du Laboratoire National de Radioélectricité.

([1]) Séance du 25 février 1946.

lors des éruptions chromosphériques importantes. Dans la plupart des cas ces crochets ont été soit nuls, soit inobservables par suite de l'agitation. La seule coïncidence d'aspect classique correspond au 12 février à $11^h 50^m$. Les 9 et 12 février, deux crochets nets, mais tombant en période agitée, ont peut-être eu la même origine. Enfin le 13 février, à $11^h 35^m$, on trouve un crochet de forme exceptionnelle, atteignant 6′ sur la déclinaison, net sur la composante verticale (5^γ), infime sur la composante horizontale. A la même heure, M. Bureau a observé un affaiblissement brusque, d'occurence assez rare, sur $24\,000^m$. Il y a là une correspondance à retenir.

MINÉRALOGIE. — *Sur la présence à Jarny d'un minerai magnétique dans la couche grise du bassin de Briey* (*Lorraine*). Note de Mlle **Simonne Caillère** et M. **François Kraut**.

On connaît depuis longtemps l'existence d'accidents magnétiques dans le bassin de Briey. L. Cayeux les signale dans la couche grise à Pienne, à Ottange, à Hayange et en donne une description détaillée [1]. Dans cette Note, nous allons faire l'étude minéralogique d'un minerai magnétique recueilli dans la même couche à Jarny, et dont la présence n'avait pas encore été reconnue jusqu'ici. Nous utiliserons l'étude microscopique en lumière réfléchie et en lumière transmise ainsi que l'analyse thermique.

Ce qui caractérise ce minerai c'est le contraste entre les oolithes essentiellement transparentes et le ciment dans lequel prédominent les éléments opaques.

Les oolithes, en effet, renferment généralement un noyau de limonite ou un débris d'oolithe opaque, mais l'enveloppe corticale est en stilpnosidérite. La magnétite du ciment pénètre souvent par des fissures radiales dans cette zone et y forme des anneaux concentriques. Outre les oolithes, le ciment englobe de nombreux débris d'organismes épigénisés en calcite et des fragments clastiques. Ces derniers sont en limonite, souvent brisés et cicatrisés par la magnétite. On en observe d'autres en calcite et en stilpnosidérite. Des plages à limites mutuelles de carbonate et de magnétite ou des associations dentelliformes de ces deux minéraux occupent les espaces interoolithiques. Un liséré vert très étroit de chlorite entoure chaque oolithe. La courbe thermique construite avec cet échantillon présente une inflexion endothermique à 330° due au départ d'eau de la limonite et un autre crochet endothermique à 570° suivi d'un petit phénomène exothermique à 750°. Ces deux derniers caractérisent la chlorite du type bavalite [2] et confirment le diagnostic microscopique.

---

(1) L. Cayeux, *Les Minerais de fer oolithiques de France*, fasc. II, Paris, 1922.

(2) J. Orcel, *Thèse* (*Bull. Soc. fr. Minér.*, 50, 1927, p. 210).

Examinons maintenant quels renseignements cette étude peut fournir en ce qui concerne l'ordre de dépôt des différents constituants et les conditions géologiques dans lesquelles ce minerai a pris naissance.

La calcite et la magnétite se sont incontestablement formées sur place dans le minerai de Jarny. On peut penser qu'elles ont cristallisé simultanément ou bien, ce qui nous paraît plus vraisemblable, qu'il y a eu remplacement de la calcite par la magnétite. On remarque, en effet, des cubes bien formés de Fe_3O_4 au milieu des plages de calcite qui, en se multipliant, finissent par se substituer complètement au carbonate. Quoi qu'il en soit, la magnétite joue un rôle très important dans ce minerai, dont 78 % sont attirables à l'aimant. Une particularité intéressante à signaler est l'absence de l'hématite, minéral que l'on rencontre dans les autres minerais magnétiques de la couche grise du bassin de Briey, où elle apparaît généralement comme un stade intermédiaire entre la limonite et l'oxyde Fe_3O_4, auquel elle est toujours intimement associée aussi bien dans les oolithes que dans le ciment. D'autre part l'hydrate de fer ne se trouve, ici, que sous sa forme colloïdale; la limonite bien cristallisée n'a été observée que dans des fragments d'origine étrangère.

Les oolithes sont déformées, souvent brisées, et montrent, à la fois, un décollement des zones concentriques et des divisions radiales. Très fréquemment la magnétite et la calcite du ciment ressoudent les débris à peine écartés et l'oolithe disloquée conserve ainsi son unité et sa forme initiale, ce qui prouve que le minerai a subi des actions mécaniques pendant la période de consolidation.

En résumé, le seul minéral opaque formé *in situ* est la magnétite. L'hématite fait défaut et la limonite n'existe, ici, que dans les fragments empruntés à une autre formation.

Quant aux oolithes, le fait qu'elles sont constituées essentiellement par de la stilpnosidérite semble indiquer qu'une durée probablement très courte de la sédimentation ne leur a pas permis d'évoluer vers des formes plus cristallines. La cicatrisation sur place des oolithes fragmentées appuie cette hypothèse d'une consolidation rapide du minerai.

PÉTROGRAPHIE. — *Sur l'existence de deux granites d'âge distinct dans le massif des Écrins-Pelvoux et sur leurs caractères différentiels.* Note de **M. Pierre Bellair**, présentée par M. Charles Jacob.

On sait, depuis les travaux de P. Termier, que les massifs centraux dauphinois montrent des affleurements isolés, « qui communiquent évidemment, en profondeur, par dessous leurs ceintures de gneiss ou de schistes cristallins » [1], d'un granite très particulier, remarquable par sa faible teneur en chaux et en

[1] Notice de la feuille de Briançon au 1/80 000.

magnésie. Pour cet auteur « le granite du Pelvoux a modifié à son contact les schistes; mais il est resté sans action sur les roches qui l'encaissent, là où ces roches avaient subi, avant son arrivée, *une gneissification régionale* » ([1]). Termier avait, d'autre part, reconnu l'existence de deux autres variétés de granite, mais il semble les avoir considérées comme de simples variations chimiques et n'a pas élucidé leurs rapports avec le granite normal.

A plusieurs reprises, j'avais eu l'occasion de signaler des phénomènes de passage graduel gneiss-granite, qui montraient que les conclusions de P. Termier étaient trop absolues, mais ce n'est qu'en 1942 que l'examen détaillé du chaînon Ailefroide-Pics Sans Nom-Pelvoux m'a révélé des faits qui permettent de coordonner ces observations en apparence contradictoires.

Dans ce chaînon, on peut reconnaître la présence de deux granites nettement distincts, en contact l'un avec l'autre : le granite du Pelvoux (au sens de Termier), sous son faciès habituel, et un granite gris à grain plus fin, nettement plus mélanocrate. Des apophyses et des filons aplitiques issus du granite du Pelvoux injectent cette deuxième formation, établissant ainsi nettement l'âge relatif des deux roches.

Quelques analyses chimiques permettent de préciser les caractères différentiels des deux roches, également sensibles en lame mince :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
SiO_2	65,6	69,5	74,2	71,5	74,2	57,1
Al_2O_3	17,4	16,3	14,4	15,1	14,6	20,2
FeO	2,6	1,4	0,94	0,65	0,6	5,5
Fe_2O_3	1	0,76	0,17	1,6	1	1,6
MgO	2	1,1	0,3	1,2	0,5	3,4
CaO	2	1,9	0,3	0,5	0,6	1,9
K_2O	3,5	4,6	5	4,5	4,6	4,1
Na_2O	4,1	3,6	3,5	3,8	3,6	2
TiO_2	0,54	0,36	0,18	0,27	0,18	1
MnO	0,12	0,07	0,04	0,07	0,06	0,12
H_2O	1,7	1	1,1	1,3	0,6	3,1
	100,56	100,59	100,13	100,49	100,54	100,02

Composition virtuelle.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Quartz	20,20	24,90	33,40	29,58	33,58	17,38
Orthose	20,30	26,68	28,90	26,13	27,25	24,22
Albite	34,20	30,04	29,56	32,10	30,39	16,86
Anort.	9,93	9,44	1,49	2,48	2,97	9,45
Corin	3,36	2,04	2,78	3,17	2,58	9
Magnet.	1,44	1,1	0,24	1,64	1,45	2,32
Hémat.				0,5		
Ilmén.	1,02	0,68	0,34	0,51	0,34	1,90
SiO_3Mg	5	2,75	0,75	3	1,25	8,5
SiO_3Fe	3,29	1,48	1,36		0,09	7,33
H_2O	1,7	1	1,1	1,3	0,6	3,1
	100,44	100,11	99,92	100,41	100,50	100,06
An %	22,5	24	4,8	7,2	8,9	51,6
Or/Plagio.	0,47	0,66	0,93	0,75	0,82	0,92
ΣB	10,75	6,01	2,69	5,65	3,13	20,05
Par.	1(2).4	1.4.2.3	1.(3)4	1.'4	1.(3)4	11.4
	2.(3)4.		1.3.	1'.3'.	1'.3.	2.'3.

Les analyses 1 et 2 ont trait au granite gris en provenance du Petit Pic Sans Nom, les analyses 3, 4 et 5 au granite type Pelvoux (3, Petit Pic Sans Nom; 4, environs d'Ailefroide; 5, tête du Replat). 6 est un gneiss provenant du Rouget pour comparaison.

Le « granite du Pelvoux » est un *granite alcalin* provenant d'un magma homogène sur de grandes étendues. Il est très pauvre en chaux et en magnésie et est aussi sodique que potassique. Les analyses déjà effectuées par Termier, malheureusement incomplètes, donnaient des résultats analogues.

Le granite gris ancien au contraire présente une proportion de chaux qui le fait classer dans les *granites monzonitiques*. Sa teneur en fer et en magnésie est également forte, ce qui se retrouve dans la couleur en masse et dans l'examen en lame mince. Il se rapproche par les paramètres *r* et *s* du gneiss du Rouget.

Ces résultats coordonnent nos connaissances pétrographiques sur le massif des Écrins-Pelvoux : c'est un massif métamorphique ancien avec un cortège relativement mince de migmatites et d'anatexites. Le granite de cette série, relativement riche en chaux, n'affleure que rarement et n'avait pas été mis en évidence jusqu'ici. Dans cette série ancienne est ultérieurement monté un granite d'injection, de composition chimique différente, qui a, suivant les lieux, débordé des niveaux différents des couches métamorphiques précédentes. Il n'a pas, comme Termier l'avait déjà remarqué, influencé de manière sensible les couches déjà métamorphisées, au moins dans la plupart des cas, car on peut observer en certains points quelques réactions mutuelles. Lors de la mise en place, ce cas a dû se présenter dans des zones plus profondes où le granite s'est stabilisé plus lentement.

On n'a pour l'instant aucun critère certain pour dater les deux granitisations successives. Mais il convient de noter que des granites protoginiques du même type que celui du Pelvoux existent dans les massifs centraux septentrionaux : Aar et Mont Blanc. Dans l'Aar, les géologues suisses ont déterminé l'âge carbonifère de cette formation (antérieure au Westphalien supérieur). Au Mont Blanc, bien que cette conclusion ne soit pas admise par tous, on tend à donner à la protogine un âge carbonifère supérieur ou même permien. Il n'est donc pas impossible qu'il en soit de même pour le « granite du Pelvoux ». Personnellement, je ne connais pas de points où puisse s'observer le contact entre le granite et le Stéphanien, ce qui trancherait la question.

GÉOLOGIE. — *Observations sur le massif du Mercantour aux abords de Saint-Étienne-de-Tinée (Alpes-Maritimes)*. Note [1] de Mlle **Anne Faure-Muret**, présentée par M. Charles Jacob.

La région étudiée [2] comprend la partie ancienne du massif du Mercantour, entre sa bordure sédimentaire et la frontière italienne. Elle est

(1) Séance du 18 février 1946.

(2) Au Nord de la feuille de Saint-Étienne-de-Tinée (1-2) au 20000e.

limitée, au Nord par une ligne passant par le ravin du lac Marie, la cascade de Ténibras, la crête de la Sélasse, la Tête du Lusernier et le lac Cimon; au Sud par les crêtes de Ciabraires et de Malaterra.

En 1898 M. Léon Bertrand (³) décrit cette région, comme « formée de bandes de gneiss francs, de micaschistes à mica noir et de roches feldspathiques à deux micas », le métamorphisme étant dû, pour cet auteur, aux émanations d'un magma granulitique qui ne forme, ici, que des filons de pegmatite à muscovite. En 1902 il indique que la direction des plis antépermiens « est marquée par celle des bandes alternantes des schistes cristallins » orientées Est-Ouest dans cette région (⁴).

En fait on peut y distinguer trois zones d'isométamorphisme :

1° Au Nord-Est, une première zone, composée de gneiss à deux micas, injectés. Le front de migmatisation forme une ligne sinueuse s'étendant approximativement de la cote 2160, sur la côte de Fornes, à 2020 sur la crête de Ciabraires.

Au Nord, notamment dans la région du lac Rabuons, cette zone a subi une injection pegmatitique postérieure, formant soit des filons, soit, le plus souvent, de gros glandules reliés par des filonnets contournés.

Plus au Sud, cette même zone est traversée du Nord-Ouest au Sud-Est par des bandes d'amphibolites. Elles résultent du métamorphisme d'une couche de calcaire ancien dont un lambeau, non complètement transformé, s'observe au sud du ravin de Rabuons. Cet horizon métamorphique est plissé en un synclinal aigu de direction générale Nord 40° Ouest, déversé vers le Sud-Ouest. Il est bien visible dans les parois Sud du Ravin de Rabuons où ses deux flancs, soulignés par deux bancs d'amphibolites, se réunissent en formant un V. Vers le Nord ne subsiste qu'une seule bande, représentant le fond, pincé, de ce synclinal.

2° Une deuxième zone, s'étendant au Sud-Ouest de la première, est formée par des gneiss à deux micas, non injectés. Elle se suit jusqu'à la vallée de la Tinée, interrompue seulement par le gneiss de la troisième zone.

3° Cette troisième zone est constituée par un gneiss (para ou ortho) granoblastique à biotite seule. Elle forme, sur la rive droite de la Tinée, la Roche Iglière, et s'étend en biais, par rapport à la vallée, du Nord de Saint-Étienne à la crête de Ciabraires où elle passe entre 1700^{m} et 1850^{m} d'altitude.

Le gneiss d'Iglière, pincé entre les deux bandes de gneiss à deux micas, semble donc, tant par son caractère profond que par cette position, correspondre à une zone anticlinale.

Enfin, sur la rive droite de la Tinée, reposant sur le massif cristallin

---

(³) *Notice explicative Carte Géol. au* 80 000e. Feuille de Saint-Martin-de-Vésubie, 1898.

(⁴) *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e série, 2, 1902, p. 639.

et recouvert par le Trias inférieur discordant, apparaît un complexe sédimentaire. Il débute par un conglomérat écrasé, dont les éléments sont empruntés au massif cristallin lui-même. Vient ensuite une série formée de grès, de schistes micacés rouges ou verts et de calcaires. Ces assises, azoïques, ne peuvent être datées exactement. Mais, étant donnés leurs rapports avec le Trias, elles ne sauraient être attribuées au Permien, celui-ci étant toujours, lorsqu'il existe dans la région, suivi en concordance par le Werfénien. On pourra peut-être les rapporter au Stéphanien qui fut signalé, près de Saint-Martin-de-Vésubie, transgressif sur le cristallin ([5]).

Conclusion. — Bien que profondément métamorphisé, le complexe cristallophyllien laisse apparaître les linéaments inconnus jusqu'ici d'une tectonique ancienne : un synclinal déversé, orienté Nord 40° Ouest, souligné par les amphibolites et, plus au Sud, l'indice d'un anticlinal dont le cœur serait formé par le gneiss d'Iglière, de direction générale Nord-Ouest-Sud-Est. Aucun âge ne peut être encore assigné à ces formations. Le premier horizon transgressif, non métamorphique, qui leur fasse suite, est le complexe sédimentaire. Il ne peut être plus récent que le Stéphanien. L'ensemble des dislocations et le métamorphisme seraient donc attribuables à une orogénie, tout au plus hercynienne, peut-être plus ancienne. Les directions de cette tectonique sont différentes des directions alpines locales, l'axe des plis observés dans les terrains mésozoïques de la région d'Auron étant sensiblement Est-Ouest.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la propagation des ondes dans l'ionosphère.* Note de M. **Maurice Cotte**.

Notations. — e, charge de l'électron (U.E.S.); m, masse de l'électron; N, nombre d'électrons par centimètre cube; c, vitesse de la lumière; H, intensité du champ magnétique terrestre; θ, angle de la normale au plan d'onde et du champ magnétique; n, indice pour l'onde de direction θ et de pulsation ω.

$$\alpha=\frac{4\pi N e^2}{m\omega^2},\qquad \beta=\frac{eH}{mc\omega}. \tag{1}$$

1. *Trajectoire du rayon hertzien dans un sondage vertical.* — La théorie magnéto-ionique donne, pour l'indice n,

$$n^2=\varepsilon=1+u^{-1}, \tag{2}$$

avec

$$u=-\alpha^{-1}\left[1-\frac{\beta^2\sin^2\theta}{2(1-\alpha)}\pm\sqrt{\beta^2\cos^2\theta+\frac{\beta^4\sin^4\theta}{4(1-\alpha)^2}}\right]. \tag{3}$$

([5]) *Bull. Carte Géol. France*, n° 56, 9, 1897-1898, p. 39.

Prenons un axe de coordonnées Ox normal au plan d'onde et un axe Oy perpendiculaire à Ox dans le plan du méridien magnétique. Le point où le plan d'onde touche son enveloppe a pour coordonnées

$$X = \frac{c}{n}, \qquad Y = \frac{c}{n^2}\frac{\partial n}{\partial \theta} \tag{4}$$

et l'équation différentielle du rayon hertzien est

$$\frac{dy}{dx} = \frac{Y}{X} = \frac{1-\varepsilon}{2}\,\frac{\beta \sin\theta\cos\theta}{\sqrt{(1-\alpha)^2\cos^2\theta + \frac{\beta^2}{4}\sin^4\theta}}. \tag{5}$$

Pour un sondage vertical effectué en France, l'axe Ox représentera la verticale ascendante; l'axe Oy, une horizontale, située dans le méridien magnétique et orientée vers le Sud. Au point R, où le rayon est réfléchi, $\varepsilon = 0$, soit parce que $\alpha = 1$, soit parce que $\alpha = 1 \pm \beta$, et l'on a

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_R = \cot\theta \qquad \text{dans le premier cas,} \tag{6}$$

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_R = \frac{-\tan\theta}{2+\tan^2\theta} \qquad \text{dans le second.} \tag{7}$$

Pour avoir une idée de la trajectoire, on peut se borner à considérer les cas de la propagation quasi longitudinale et quasi transversale et l'on obtient les formules *approchées :*

1° pour la propagation quasi longitudinale,

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\alpha\beta\sin\theta}{2(1-\alpha)[\beta\cos\theta \pm 1]}; \tag{8}$$

2° pour la propagation quasi transversale et le rayon ordinaire,

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\alpha\cot\theta}{1-(\alpha-1)\cot^2\theta}; \tag{9}$$

3° pour la propagation quasi transversale et le rayon extraordinaire,

$$\frac{dy}{dx} = \frac{-\alpha(\alpha-1)\cot\theta}{\alpha - 1 + \beta^2\sin^2\theta}. \tag{10}$$

Pour fixer les idées, admettons que le nombre d'ions au centimètre cube dans les couches E et F soit donné respectivement en fonction de l'altitude h, exprimée en kilomètres par

$$N = 10^5[1-(0{,}1h - 10)^2] \qquad \text{pour} \quad 90 < h < 110,$$
$$N = 4.10^5[1 - 4.10^{-4}(h-325)^2] \qquad \text{pour} \quad 275 < h < 325.$$

Dans ces conditions, à Paris et pour une onde de 5 Mc/s, le rayon ordinaire est dévié vers le Nord, le rayon extraordinaire vers le Sud; la déviation du rayon ordinaire est de $0^{km},5$ par la couche E et de $7^{km},5$ par la couche F; la déviation du rayon extraordinaire est de $1^{km},8$ par E et de $0^{km},6$ par F.

On peut songer à ce phénomène pour interpréter les variations d'amplitude des échos dédoublés. Si, comme il est probable, l'ionosphère n'a pas une structure homogène à une altitude donnée, les affaiblissements du rayon ordinaire et du rayon extraordinaire dans les régions de réflexion pourraient varier de façon indépendante, puisque les trajets ne sont pas les mêmes. Ces variations d'amplitude ont été signalées par M. Jouaust, qui en a proposé une explication différente [1].

2. *Sur l'indice et la vitesse de groupe de l'onde ordinaire en propagation quasi transversale.* — Sauf pour $\theta = \pi/2$, les formules (6) et (9) sont en désaccord avec la formule

$$n^2 = 1 - \alpha, \qquad (11)$$

admise pour l'onde ordinaire en propagation quasi transversale. C'est que (11) représente une approximation insuffisante de (2) et (3). Une approximation meilleure est

$$n^2 = \frac{1 - \alpha}{1 - \alpha \cos^2\theta}. \qquad (12)$$

La vitesse de groupe U n'est plus reliée à la vitesse de phase V par $UV = c^2$, mais bien par

$$\frac{c^2}{UV} = \frac{1 - 2\alpha\cos^2\theta + \alpha^2\cos^2\theta}{(1 - \alpha\cos^2\theta)^2}, \qquad (13)$$

comme il résulte de (12) et de la formule générale de Rayleigh

$$U = c^{-1}\frac{\partial}{\partial\omega}(n\omega).$$

La formule (13) montre que UV/c^2 tend vers $\sin^2\theta$ quand α tend vers 1.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la composition azotée des moûts de poires saines et des moûts de poires blettes. Influence sur la fermentation des poirés.* Note de MM. **Jean Tavernier** et **Pierre Jacquin**, présentée par M. Maurice Javillier.

A la suite de nos études sur les matières azotées des moûts de pommes à cidre [1], nous avons été conduits à déterminer la composition azotée des moûts de poires à poiré. Nous avons travaillé sur 13 variétés réputées de poires à poiré, récoltées et brassées à complète maturité et indemnes de tout blettissement. L'analyse des moûts a été effectuée dès la sortie du pressoir, avant tout départ de fermentation. Nous avons utilisé les méthodes de Kjeldahl pour le dosage de l'azote total et de Sörensen pour déterminer la fonction aminée.

---

(1) *L'Ionosphère*, p. 145 à 149, 1946.

(1) *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 416.

L'azote protéique a été titré selon E. Voit [2], les sels ammoniacaux selon E. Peynaud [3].

Les moûts de poires sont pauvres en azote total (en moyenne 55^{mg} par litre). L'azote aminé est sujet à de grandes fluctuations suivant la variété de poires (10 à presque 100 % de l'azote total). L'azote protéique, peu important, constitue 8 % environ de l'azote total. Enfin le moût de poires ne renferme, en azote ammoniacal, que des traces inférieures à 1^{mg} par litre. Les matières azotées du moût se trouvent donc presque uniquement sous la forme d'azote organique.

Dès la cueillette, la poire à poiré est le siège d'un phénomène de maturation différent de celui observé chez la pomme; les cellules de la poire, ne pouvant s'habituer à l'asphyxie due au colmatage des méats intercellulaires par la pectine, meurent et le fruit blettit rapidement. Il s'ensuit que la cidrerie paysanne et industrielle travaille presque toujours les poires à un état de blettissement très avancé. Nous avons pensé qu'une étude comparative portant sur les moûts de poires blettes et sur les moûts de poires saines présentait quelque intérêt. Parmi les moûts de variétés brassées avant et après blettissement, puis soumis à l'analyse, nous citerons les résultats suivants, exprimés en milligrammes d'azote par litre :

Noms des variétés.	Poires saines, N			Poires blettes, N		
	total.	aminé.	protéique.	total.	aminé.	protéique.
Coignet	54,6	52,9	néant	52,4	11,7	16,4
Souris	58,8	44,1	2,5	54,6	17,6	18,2

L'on voit que, par rapport aux moûts de poires saines, l'azote aminé, dans les moûts de poires blettes, a diminué très sensiblement, tandis que l'azote protéique a augmenté d'une façon appréciable.

Placés dans les mêmes conditions de température et conservés à l'abri de l'air, ces différents moûts entrent spontanément en fermentation. Leur richesse saccharine, déterminée périodiquement par la méthode de G. Bertrand, permet de constater une allure différente dans la vitesse de fermentation de ces moûts. Nous interprétons de la façon suivante ces observations : dans les moûts de poires saines, la fonction végétative de la levure est péniblement assurée par l'azote aminé, médiocre aliment de croissance; la fonction ferment est peu active et les poirés conservent pendant plusieurs mois une certaine richesse saccharine. Dans les moûts de poires blettes, la levure-végétal ayant à sa disposition des matières azotées plus assimilables, notamment sous forme protéique, prolifère d'abord rapidement; puis la fonction ferment se substituant à la fonction végétative, la fermentation est très active et ces moûts se désucrent beaucoup plus rapidement.

---

(2) *Zeits. Biol.*, 84, 1926, p. 153.

(3) *Ann. Falsification et des Fraudes*, 366, 1939, p. 228.

De notre étude, se dégagent deux notions d'intérêt pratique :

1° La fabrication des poirés doux en bouteilles sera assurée par l'emploi de poires brassées avant tout début de blettissement, de façon à conserver à ces poirés, par des fermentations lentes, la douceur recherchée;

2° Les moûts provenant de poires blettes fermenteront plus rapidement et complètement : ils seront réservés à la fabrication des eaux-de-vie de poiré.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Les variations de la nervation alaire chez les Éphéméroptères*. Note (1) de Mlle **Marie-Louise Verrier**, présentée par M. Louis Fage.

En réunissant des documents en vue d'établir la faune de France des Éphémères, j'ai constaté, entre autres faits : 1° la très grande variabilité de la nervation des ailes des imagos; 2° la stabilité morphologique des larves correspondantes.

J'ai examiné de nombreux représentants des 10 familles d'Éphémères sur les 13 actuellement connues dans la Faune française. La variation de la nervation des ailes se révèle comme un fait général. Elle présente les caractères suivants :

Elle se manifeste aussi bien entre les individus d'une même espèce qu'entre les ailes droites et les ailes gauches d'un même individu. Le cas de *Potamanthus luteus*, entre autres, est particulièrement démonstratif à cet égard. Il est classique d'admettre que la bifurcation de la 3e anale de l'aile antérieure est l'apanage exclusif des représentants de la famille des *Potamanthidæ*. La 3e anale non bifurquée serait dévolue à la famille des *Ephemeridæ*. Or j'ai capturé en Auvergne une vingtaine d'exemplaires de *Potamanthus luteus* dont l'une des ailes antérieures présentait le premier de ces caractères, et l'autre aile le second. L'ensemble des autres caractères faisait de ces individus des *Potamanthus luteus* typiques. Les larves dont ils provenaient étaient indiscutablement des *Potamanthus luteus*, fort différentes, comme l'on sait, des larves d'*Ephemera*. Rien ne permet de considérer les imagos à ailes anormales comme des hybrides de *Potamanthus* et d'*Ephemera*.

Les variations portent aussi bien sur l'aile antérieure que sur l'aile postérieure, mais à des degrés divers. Chez les *Leptophlebiidæ*, les *Ephemerellidæ* (2), les *Ecdyonuridæ*, les deux paires d'ailes sont largement intéressées. Par contre, chez les *Bætidæ*, les ailes antérieures marquent des variations insignifiantes, alors que les variations peuvent devenir considérables au niveau de l'aile postérieure. Et l'on sait que les caractères de la nervation de l'aile postérieure ont

(1) Séance du 4 mars 1946.

(2) Lestage (*Ann. Biol. lac.*, 13, 1924, p. 303) a décrit chez *Torleya belgica* des variations comparables à celles que j'ai constatées chez *Ephemerella ignita*.

été invoqués au premier chef pour la discrimination des diverses espèces de *Bætis*. C'est ainsi que chez les *Bætis vernus* de la vallée de Chevreuse (Seine-et-Oise) provenant de larves semblables, j'ai noté des variations qui permettraient d'apparenter les imagos à quatre espèces différentes. J'ai fait les mêmes constatations chez les *Bætis pumilus* de la région de Besse (Puy-de-Dôme).

Tous les secteurs de l'aile peuvent être intéressés par les variations, mais principalement le secteur costal (*Ecdyonurus venosus* en fournit un excellent exemple), et surtout le secteur cubito-anal (cas des *Ephemerellidæ*, des *Potamanthidæ*).

Il existe, selon les groupes, des différences dans l'amplitude des variations. D'une façon générale, ce sont les ailes les plus simples qui présentent la plus grande stabilité. Ainsi, les ailes de *Cœnis horaria*, très voisines par leur forme et leur nervation des ailes de *Triplosoba pulchella* du Houiller supérieur, sont très comparables d'un individu à l'autre. Tout au plus voit-on apparaître, et très rarement, quelques nervures transversales supplémentaires à la base du secteur médian et du secteur cubital.

Au contraire, les formes complexes, éloignées des types fossiles, marquent les plus grandes variations.

Enfin les variations apparaissent aussi bien entre individus de même espèce provenant d'une même station qu'entre individus également de même espèce, mais provenant de stations différentes, soit par le climat, l'altitude, la composition et le régime des eaux où vit la larve. La comparaison de nombreux individus ne permet pas d'établir, pour une espèce déterminée, la direction dans laquelle s'effectuent ces variations.

L'étude des larves montre, bien au contraire, chez celles-ci, une stabilité morphologique remarquable qui s'oppose au polymorphisme des imagos. Les larves d'*Ephemerella ignita* Poda présentent bien des différences très grandes quant à la coloration, mais la forme et la disposition des appendices restent constantes. J'ai constaté quelques différences morphologiques entre les larves de *Bætis pumilus* des torrents d'Auvergne et celles des torrents des Alpes décrites par Mlle Gauthier, mais il s'agit là d'un cas de pœcilogonie, vraisemblablement dû à l'influence du milieu, et exceptionnel en regard du polymorphisme des imagos.

Ainsi les variations alaires apparaissent liées aux caractères de l'imago avec d'autres variations. Elles revêtent quelque intérêt au point de vue de la systématique en raison de l'importance que des auteurs tels que Eaton, Schœnemund, Ulmer ont donnée à la nervation alaire dans l'établissement de leur faune. Mais ces variations sont à retenir pour l'étude d'un problème plus vaste, celui de la notion d'espèce. Et il est à regretter que la nécessité du vol nuptial chez les Éphémères ne permette pas d'étudier l'hérédité de ces variations.

HISTOLOGIE. — *La base histologique des phénomènes dyspnéiques au cours du pyruvisme expérimental chez la Souris.* Note [1] de Mmes **Nadine Dobrovolskaïa-Zavadskaïa** et **Nadine Yourkovsky**.

Nous avons provoqué chez la Souris jeune, par le pyruvate de sodium, un syndrome reproduisant le béribéri expérimental en dehors de l'avitaminose B_1 et de la surcharge de l'organisme par des glucides [(²), (³)]. Une des manifestations les plus caractéristiques de ce pyruvisme est la dyspnée; la respiration devient plus manifeste, forcée, et elle se ralentit par la suite. L'état dyspnéique se reflète également sur la conduite de l'animal : il soulève la tête, cherche parfois à l'appuyer sur son compagnon somnolent, se frotte le museau avec ses

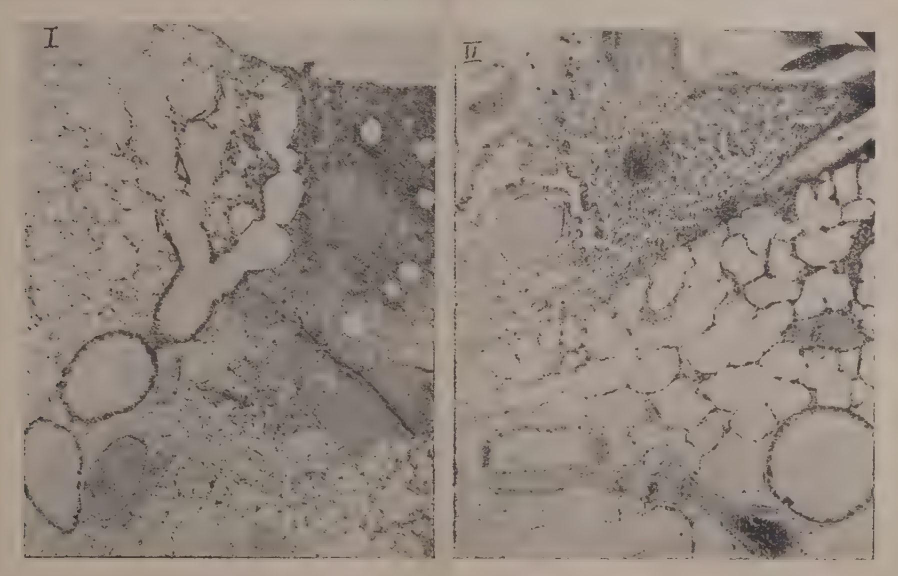


Fig. I. — ♀ 58905 XVII. Hypérémie et emphysème du poumon; bronchectasie.
Fig. II. — ♂ 58908 XVII. Bronche contracturée, à cheval sur un vaisseau dilaté; *en bas et à droite*, bronche dilatée, poumon emphysémateux.

pattes comme s'il voulait écarter quelque chose qui gêne la respiration, enfin ouvre la bouche au moment de l'hyperextension de la tête, signe de manque d'air extrême.

En examinant au microscope les poumons de ces animaux, nous avons trouvé, dans tous les cas, l'état emphysémateux plus ou moins généralisé : les alvéoles distendues, les cloisons souvent avec des brèches, les bronches dilatées, se communiquant largement avec des alvéoles et formant une espèce de bronchectasie (*fig.* I); pas de bronches à muqueuse plissée, ce que l'on voit souvent sur le poumon non emphysémateux.

(¹) Séance du 25 février 1946.

(²) N. Dobrovolskaïa-Zavadskaïa, *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 248.

(³) N. Dobrovolskaïa-Zavadskaïa et V. Momsikoff, *C. R. Soc. Biol.*, séance du 9 février 1946.

L'emphysème du poumon est accompagné chez nos animaux d'une hypérémie prononcée (paralysie de l'innervation vasoconstrictrice sympathique) des vaisseaux, gros et moyens, n'atteignant pas toujours les capillaires.

On voit sur la figure ci-dessus (I), à côté d'une bronchectasie, un petit foyer de forte congestion confluente et, plus bas, plusieurs autres vaisseaux dilatés. Malgré une telle hypérémie, les alvéoles ne sont en général pas congestionnées, et, par conséquent, il est peu probable que l'emphysème observé soit tout simplement un processus vicariant. Vu les manifestations nerveuses au cours du pyruvisme expérimental (somnolence, crises convulsives, paralysies), on peut supposer que l'origine des phénomènes dyspnéiques, et de l'emphysème qui les accompagne, réside également dans un dérangement de l'innervation pulmonaire, surtout bronchique (*fig.* II).

Nous n'avons pas trouvé d'indication bibliographique sur l'aspect histologique du poumon au cours du béribéri aviaire. L'hyperextension du cou chez le Pigeon n'a-t-elle pas la même signification de manque d'air que chez la Souris ?

ZOOLOGIE. — *Place de la réduction chromatique et alternance de phases nucléaires dans le cycle des Foraminifères*. Note [1] de M. **Jean Le Calvez**.

Il est reconnu depuis longtemps [Lister [2]], [Schaudinn [3]], et des recherches plus récentes l'ont confirmé [Myers [4]], [Föyn [5]], [Le Calvez [6]], que le cycle des Foraminifères comporte l'alternance de deux formes végétatives différentes. L'une, le Schizonte (microsphérique ou homologable comme tel), donne naissance à des embryons par reproduction asexuée. Ceux-ci deviennent des Gamontes (mégalosphériques ou homologables comme tels), producteurs de gamètes qui sont biflagellés (*Iridia lucida*, *Peneroplis pertusus*, *Discorbis vilardeboana*, *Planorbulina mediterranensis*, *Tretomphalus bulloides*, *Elphidium crispum*), triflagellés (*Discorbis patelliformis*, *D. pulvinata*, *D. ornatissima*, *D. opercularis*, *D. parisiensis*) ou amiboïdes (*Spirillina vivipara*, *Patellina corrugata*). De la copulation de deux gamètes issus de gamontes différents résulte un zygote qui sera le point de départ d'un nouveau schizonte. D'après les recherches entreprises jusqu'ici, les auteurs plaçaient sans grandes preuves cytologiques la réduction chromatique en fin de vie du gamonte, dans les deux divisions nucléaires situées immédiatement avant la formation des gamètes.

---

(1) Séance du 4 mars 1946.
(2) *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, 176, 1895, p. 401.
(3) Fritz Schaudinn's, *Arbeiten*, p. 57.
(4) *Journ. Roy. Micr. Soc.*, 56, 1936, p. 120.
(5) *Bergens Mus. Arbok, Naturv. rekke*, 2, 1936, p. 22.
(6) *Arch. Zool. Exp. et Gen.*, 80, 1938, p. 163.

Schizontes et gamontes étaient donc considérés comme des Diplontes purs et l'alternance de génération était alors une alternance homophasique diploïde au sens de Hartmann ([7]).

De nouvelles observations portant sur les Foraminifères *Discorbis vilardeboana* (à gamètes biflagellés) et *Patellina corrugata* (à gamètes amiboïdes) dont les divisions nucléaires sont typiques et les chromosomes bien visibles, ne permettent plus de considérer la réduction chromatique comme gamétique. Chez ces Foraminifères, les processus nucléaires de la schizogonie sont marqués par deux divisions finales très caractéristiques, nettement séparées des divisions post-zygotiques antérieures. Ces deux divisions se déroulent suivant le mode hétéro-homéotypique. On trouve en fin de prophase de la première, réductionnelle, les images classiques de tétrades en croix et en anneaux. De plus chez *Patellina corrugata*, les chromosomes y sont remarquablement bien analysables et montrent le déroulement des deux spirales *major* et *minor* caractéristiques des éléments méiotiques.

En conséquence, les gamontes formés à partir des embryons libérés à la schizogonie sont donc haploïdes. Ils donnent naissance aux gamètes sans réduction chromatique comme les observations cytologiques le confirment chez *Patellina corrugata*. Les Foraminifères présentent alors dans leur cycle une alternance de génération hétérophasique obligatoire entre schizontes diploïdes asexués et gamontes haploïdes sexués : ce sont des diplo-haplontes. Cette concomitance entre l'alternance de deux phases nucléaires et l'alternance de deux formes végétatives à destinées différentes n'était connue jusqu'à présent que chez les végétaux inférieurs avec la succession cyclique des Sporophytes diploïdes et des Gamétophytes haploïdes.

On a remarqué aussi que, dans les populations de Foraminifères polythalames à petits gamètes biflagellés (*Planorbulina mediterranensis*, *Elphidium crispum*, *Eponides repandus*), il apparaît parfois des individus mégalosphériques dont l'évolution est schizogonique, s'intercalant dans le cycle entre les schizontes microsphériques et les gamontes mégalosphériques. Hofker ([8]) a donné le nom de *Trimorphisme* au phénomène. Cettte présence irrégulière et imprévisible de quelques embryons à destinée schizogonique au milieu d'une génération à destinée gamogonique s'éclaire cytologiquement par le fait que certains noyaux végétatifs des schizontes microsphériques peuvent accidentellement ne pas subir la réduction chromatique préparatoire à la formation des embryons. Ils restent diploïdes mais participent à la reproduction asexuée de la même manière que les noyaux réduits et construisent une loge initiale, une mégalosphère, autour du cytoplasme placé sous leur dépendance. Ces embryons,

([7]) *Die Sexualität*, 1943.

([8]) *Siboga Expeditie*. Foraminifera, Part. 2, 1930.

d'aspect identique à ceux formés autour des noyaux haploïdes, deviendront des individus à caractères intermédiaires : morphologiquement mégalosphériques par leur grande loge initiale, mais génétiquement schizontes par leur caryotype diploïde et son évolution (divisions mitotiques au cours de la croissance, méiotiques dans les phases préparatoires d'une reproduction qui sera du mode asexué).

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Mécanisme de l'amphomimétisme de l'adrénaline.* Note (¹) de MM. **Daniel Danielopolu** et **Marin Popesco**, présentée par M. Léon Binet.

L'un de nous a démontré antérieurement que l'adrénaline n'est pas, comme on l'a cru, sympathomimétique, mais *amphomimétique*.

Voici comment nous avons expliqué le mécanisme de l'amphomimétisme de l'adrénaline.

L'adrénaline possède une action directe sympathomimétique, grâce à laquelle elle provoque une réponse cellulaire *sympathomimétique* (R. C. S.). Ce phénomène sympathomimétique provoque dans le protoplasme cellulaire une *riposte cellulaire compensatrice parasympathomimétique* (R. C. C. P.) qui tend à rétablir l'équilibre et qui se fait par libération d'acétylcholine. Nous ne savons pas de quelle manière se produit cette R. C. C. P., mais l'acétylcholine qui est libérée provient sans doute de la présubstance que nous avons appelée *précholine*, qui fait partie constituante du protoplasme cellulaire.

Nous croyons que la choline, que nous pouvons extraire par les méthodes chimiques et qui est encore active (100 000 fois moins active que l'acétylcholine), se trouve dans l'organisme sous la forme d'une combinaison complètement inactive que nous avons appelée *précholine*.

A petite dose l'adrénaline est amphomimétique à prédominance parasympathique (amph P), car la riposte cellulaire (R. C. C. P.) est plus intense que la réponse cellulaire (R. C. S). A grande dose d'adrénaline elle est amphomimétique à prédominance sympatique (amph S), car la réponse (R. C. S.) est plus intense que la riposte (R. C. C. P.).

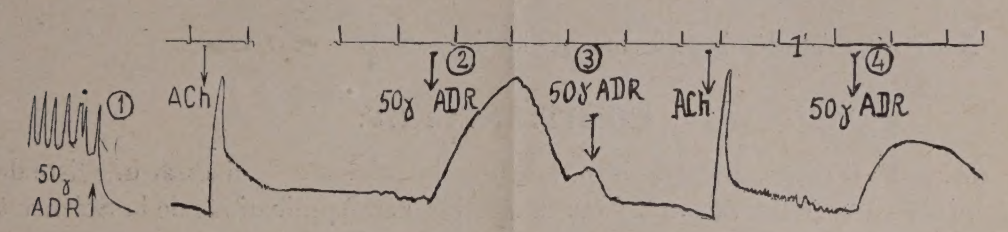
Nous avons démontré qu'après l'atropine, qui empêche l'action de l'acétylcholine (libérée pendant la (R. C. C. P.), l'adrénaline devient exclusivement sympathomimétique et qu'après 883 F ou après l'ergotamine qui empêchent toute action sympathomimétique, l'adrénaline, devient exclusivement parasympathomimétique. L'expérience qui suit confirme notre manière de voir sur le mécanisme de l'amphomimétisme de l'adréaline.

Intestin grêle de cobaye isolé (portion moyenne). Tyrode à 38°. L'adrénaline

---

(¹) Séance du 25 février 1946.

à la dose de 50 γ, par son action amphomimétique à prédominance sympathique (amph S), produit une inhibition. A cette dose la R. C. S. est plus intense que la R. C. C. P. (*fig.* 1, exp. 1).



Nous avons démontré antérieurement que si la concentration en précholine de la cellule est augmentée, la même dose d'adrénaline, qui normalement est amph S, devient amphomimétique à prédominance parasympathique (amph P). De vasoconstrictrice elle devient vasodilatatrice.

Nous nous sommes demandé si, en traitant préalablement l'intestin de cobaye avec une forte dose d'acétylcholine, nous ne pouvons pas arriver à augmenter la concentration en précholine et inverser de cette manière l'action de l'adrénaline. Nons introduisons dans le bain de tyrode une forte dose d'acétylcholine qui produit une contraction de l'intestin. Cette substance s'inactive rapidement grâce à la cholinesthérase contenue dans le tissu de l'organe. L'acétylcholine est hydrolysée et se transforme en choline qui passe en une combinaison complètement inactive que nous avons appelée *précholine*. Après ce traitement à l'acétylcholine il est à supposer que la concentration en précholine est plus forte et qu'un tel organe traité par l'adrénaline provoquera une R. C. C. P. plus intense.

La même dose d'adrénaline (50γ) qui, avant le traitement de l'organe à l'ACh, donnait un effet amph S (dans lequel la R. C. S. est plus intense que la R. C. C. P.), donne après une forte cholinisation de l'organe un effet amph P (dans lequel la R. C. C. P. est plus intense que la R. C. S.).

La concentration en précholine (grâce à l'acéthylcholinisation préalable de l'intestin) étant plus élevée, la quantité d'ACh libérée pendant la R. C. C. P. a été plus grande et la R. C. C. P. est arrivée à dépasser en intensité la R. C. S. A la place d'une inhibition la dose de 50γ d'adrénaline a produit une forte contraction (*fig.* 1, exp. 2).

Après cette expérience (exp. 2) la concentration en précholine de l'organe diminue et la dose de 50γ d'adrénaline produit de nouveau un effet inhibiteur, grâce à une action amph S (*fig.* 1, exp. 3). Nous traitons de nouveau l'organe par une forte dose d'acéthylcholine, nous attendons que le tonus de l'organe revienne à la normale (moment où l'ACh est totalement inactivée). La dose de 50γ d'adrénaline redevient amph P.

Ces recherches démontrent que l'amphomimétisme de l'adrénaline se produit

grâce à une riposte cellulaire due à la production d'acéthylcholine et que cette dernière substance est libérée à partir de la présubstance correspondante (précholine).

A $16^{h}10^{m}$ l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

M. le **Président**, au nom de la Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place vacante, dans la Section des Applications de la Science à l'Industrie, par le décès de M. *Georges Charpy*, présente la liste suivante :

En première ligne.............	M. **René Barthélemy.**
En seconde ligne, ex æquo *par ordre alphabétique*......	MM. **Louis Bréguet.**
	Émile Brylinski.
	Georges Darrieus.
	Raymond Jouaust.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu en la prochaine séance.

La séance est levée à 17^{h}.

L. B.

ERRATA.

(Séance du 11 février 1946.)

Note de M. *Marc Krasner*, Essai d'une théorie des fonctions analytiques dans les corps valués complets : théorèmes de Nevanlinna; transformations holomorphes :

Page 364, ligne 30, *au lieu de* $\rho \leqq |\zeta| \leqq \rho$, *lire* $\bar{\rho} \leqq |\zeta| \leqq \rho$.
» 365, » 10, y y
» » » 23, Il est $S_{\alpha}(T; K)$ est